

# Primjena novih tehnologija u sportu i sportskoj rekreaciji

---

**Hercigonja, Bruno**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic of Međimurje in Čakovec / Međimursko veleučilište u Čakovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:110:399011>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Polytechnic of Međimurje in Čakovec Repository -  
Polytechnic of Međimurje Undergraduate and  
Graduate Theses Repository](#)



MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE  
U ČAKOVCU

PREDDIPLOMSKI STRUČNI  
STUDIJ MENADŽMENT  
TURIZMA I SPORTA

BRUNO HERCIGONJA

**PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U SPORTU I  
SPORTSKOJ REKREACIJI**

**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES IN SPORTS AND  
SPORTS RECREATION**

ZAVRŠNI RAD

Čakovec, rujan 2022

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE  
U ČAKOVCU

PREDDIPLOMSKI STRUČNI  
STUDIJ MENADŽMENT  
TURIZMA I SPORTA

BRUNO HERCIGONJA

**PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U SPORTU I  
SPORTSKOJ REKREACIJI**

**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES IN SPORTS AND  
SPORTS RECREATION**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Nevenka Breslauer

Komentor: Tomislav Hublin

Čakovec, rujan 2022



## SADRŽAJ:

SAŽETAK.....	
1. UVOD .....	2
2. TEHNOLOGIJA U PROVEDBI SPORTSKIH NATJECANJA.....	4
2.1. Hawk-eye tenis .....	4
2.2. Tehnologija u sportskim igrama.....	6
2.3. Tehnologija za pružanje statističkih podataka tijekom utakmice.....	9
3. TEHNOLOGIJA ZA PRAĆENJE STATISTIČKIH PODATAKA U SVRHU OTKRIVANJA SPORTSKIH TALENATA .....	11
4. TEHNOLOGIJA U SPORTSKOJ DIJAGNOSTICI U SPORTSKIM ISTRAŽIVANJIMA .....	16
5. TEHNOLOGIJA KOJA SE KORISTI ZA PRAĆENJE SVAKODNEVNIH AKTIVNOSTI .....	21
5.1. Tehnologija u sportskom treningu (nanotehnologija) .....	21
5.2. Tehnologija u sportskoj rekreaciji .....	25
5.2.1. Smart watch.....	26
5.2.2. HRM.....	26
6. TEHNOLOGIJA KOJA SE KORISTI U AKTIVNOSTIMA NAKON TRENINGA .....	29
6.1. Oporavak sportaša .....	31
6.1.1. Ice chambers.....	31
6.1.2. Hypoxic chambers.....	35
6.1.3. Hyperoxic chambers.....	36
6.2. Fizikalna terapija .....	37
6.2.1. Elektrostimulacije.....	37
6.2.2. Elektromagnet .....	41
6.2.3. Laser .....	43
7. ZAKLJUČAK .....	46
8. LITERATURA.....	48
9. PRILOZI.....	51
Popis slika: .....	51

## SAŽETAK

*Sport je vrlo razvijena industrija koja privlači veliki broj zainteresiranih gledatelja te ima iznimno veliku publiku. Sportske aktivnosti su dio svakidašnjice kako sportaša profesionalaca tako i rekreativnih sportaša, a još uvijek predstavljaju neistraženo područje iz tehnološkog aspekta koje postaje sve aktualnije i privlačnije cjelokupnom tržištu.*

*Posebno treba napomenuti kako sportaši ulažu puno vremena, sredstava i energije u pronalaženje najboljih rješenja koji im mogu pomoći u unapređenju njihovih rezultata. S obzirom na to da je tehnologija sve više uključena u razne aspekte života tako je i u sportu. Tehnologija se sve češće koristi u sportu kroz razne uređaje, sportske dodatke, prehrambene dodatke i kao pomoć u dijagnostici te prevenciji i rehabilitaciji sportaša.*

*Napredak tehnologije može pomoći u poboljšanju rezultata svakog pojedinog sportaša, a posebno se očituje značaj tehnologiju u vidu natjecanja i turnira. Naime, tehnologija je vrlo vidljiva kada se upotrebljavaju videomaterijali i ponavljanje snimki putem kojih se utvrđuje je li došlo do pogreške suca i time se u potpunosti može preokrenuti smjer utakmice ili natjecanja. Isti ti videomaterijali se mogu koristiti u pripremi treninga te taktike za utakmice što čini sport još kompetitivnijim i privlačnijim za veći broj ljudi. Tehnologija koristi samom sportašu, ali i stručnom osoblju, odnosno timu koji radi na pripremi i provedbi treninga i naravno natjecanja.*

*U radu će biti objašnjene različite vrste tehnologija koje se koriste tijekom odvijanja sportskih natjecanja i turnira, zatim tehnologija koja se koristi tijekom izrade statistike i sportske dijagnostike, a potom i tehnološka sredstva koja se koriste u svakodnevnim aktivnostima. Rad sadrži definiranje i približavanje pojmova vezanih za tehnologiju koja se koristi u aktivnostima nakon treninga, odnosno radi provođenja fizikalne terapije i osiguravanja što kvalitetnijeg i boljeg oporavka sportaša.*

*KLJUČNE RIJEČI: sport, tehnologija, profesionalni sportaš, rekreativni sportaš, trening, natjecanje*

## 1. UVOD

Sport je jedna od najvećih i najsnažnijih svjetskih industrija te je povezan s nizom drugih gospodarskih grana, usluga i proizvoda. Napredak tehnologije vidljiv je u svim sferama svakodnevnog života te je s vremenom došlo do koegzistencije sporta i tehnologije. Pripadaju industriji zabave, a produkt su uključivanja različitih djelatnosti poput medicine, kineziologije, fizioterapije, proizvodnje sportske odjeće, obuće i dodataka te mnogih drugih. Stoga ne čudi da je u posljednje vrijeme tehnologija preuzela vrlo bitnu ulogu u sportu. Naime, sport privlači puno gledatelja, navijača i vjernih pratitelja koji su dio svih sportskih događanja i natjecanja pa je tehnologija počela biti dio sporta radi povećanja atraktivnosti i unaprjeđenja treninga te rezultata. Tehnologija ima važnu ulogu u rekreacijskom i profesionalnom sportu. Svi tehnološki noviteti namijenjeni sportu u početku postaju dio profesionalnog sporta, a s vremenom se njima počinju koristiti i rekreativci. Postoje brojni zagovornici, ali i brojni protivnici primjene tehnologije u sportu.

Tehnologija se primjenjuje u provedbi sportskih natjecanja i u održavanju sportskih turnira. Svaki sport zahtijeva da odluke budu maksimalno točne gdje dolazi upotreba videotehnologije te smanjuje mogućnost greški i bilo kakva oblika nepravdi koje su se prije znale često naknadno vidjeti u sportu. Prije svega, tehnološki noviteti pomažu u aktivnostima prije, tijekom i poslije treninga i utakmica. Sredstva dobivena tehnološkim napretkom mogu pomoći profesionalnim i rekreativnim sportašima u pripremi treninga, plana prehrane i u praćenju rezultata. Isto tako, tu su brojni tehnološki elementi poput pametnih satova, uređaja za praćenje rezultata i raznoraznih mjerača. Današnji sportski treninzi mnogima su apsolutno nezamislivi bez tehnološki napredne sportske opreme jer se veliki broj rekreativaca i profesionalnih sportaša koristi takvim dodacima kao standardnim dijelom treninga. Posebno je zanimljivo da se bavljenje sportom donedavno nije povezivalo s tehnologijom. Naime, sport je aktivnost, predstavlja boravak na otvorenom i uglavnom se povezuje s pozitivnim kontekstom zbog brojnih dobrobiti koje donosi za fizičko i psihičko zdravlje. Međutim, kako je tehnologija počela pomagati sportašima u napretku na treningu, a samim time i na natjecanju, sve se veći broj sportaša počeo koristiti njome radi unaprjeđivanja rezultata. Primjenu tehnologije možemo povezati sa sve užurbanijom svakodnevicom pa takva sredstva pomažu u maksimiziranju učinka svakog treninga.

Osim same pripreme treninga, postoji niz tehnoloških sredstava koji pomažu tijekom samog bavljenja aktivnošću. Takva se tehnologija primjenjuje i tijekom provedbe sportskih natjecanja i tijekom analitike i istraživanja. Zahvaljujući naprednim tehnologijama, postoje analize kojima se koriste menadžeri kako bi svi sportski talenti bili prepoznati na vrijeme. Također, nakon utakmica i treninga tehnološka sredstva mogu pomoći u dijagnostici, prepoznavanju problema i samim time minimiziranju grešaka. Tehnologija je vrlo važna s medicinskog stajališta jer može pomoći u oporavku sportaša, što je s obzirom na zahtjevne rasporede, ponajviše u profesionalnim ligama, danas neophodno. Medicinski dodaci i pomagala pomažu u prevenciji i dijagnostici ozljeda i pomažu liječnicima i fizioterapeutima u njihovu radu sa sportašima. Budući da je sport vrlo važan za svakog čovjeka, jasno je da sport, trening i oporavak treba dovesti u ravnotežu te usmjeriti k pravom cilju.



## 2. TEHNOLOGIJA U PROVEDBI SPORTSKIH NATJECANJA

Sportska natjecanja dio su svakog sporta i ono za što se svaki sportaš priprema, te u konačnici i razdoblje u kojem pokazuje sve što je napravio i koliko je napredovao. Tehnologija se primjenjuje već niz godina, a njezina primjena neposredno se povezuje s razvijenošću određenih zemalja u području informatičko-komunikacijskih tehnologija. Važna je i atraktivnost samog sporta, odnosno koliko je marketinški privlačan različitim investitorima. Atraktivnost proizlazi iz zainteresiranosti gledatelja, odnosno publike i navijača. Primjena tehnologija već je niz godina uobičajena u tenisu, atletici, američkom nogometu i, primjerice plivanju, dok se u ostalim sportovima poput odbojke i nogometa tek nedavno počelo primjenjivati različite oblike tehnologija. U Pravilniku o načelima i osnovnim elementima sustava sportskih natjecanja u Republici Hrvatskoj propisuje se sljedeće: „Sustav i organizacija sportskih natjecanja nacionalnih sportskih saveza usklađuje se s pripadajućim sustavom natjecanja pojedinog sporta na međunarodnoj razini, sportskim interesima i tehnologijom svakog pojedinog sporta.“ (Hrvatski olimpijski odbor, 2020.). To znači da se donošenje raznih normi i osnivanje natjecanja temelji na međunarodnim dogovorima. Sport je univerzalan, namijenjen je široj publici i njegova se pravila uglavnom ne razlikuju ovisno o društvu ili zakonskoj regulativi zemlje u kojoj se igra. Svi savezi djeluju zajedno te tako i donose odluke, a onda je moguće osnivanje različitih natjecanja i turnira.

### 2.1. Hawk-eye tenis

*Hawk-eye* je tehnologija koju su napravili izumitelji i inženjeri iz kompanije Roke Manor Research Limited of Romsey u Ujedinjenom Kraljevstvu (Dureja, Singh Bal, 2012.). Navedena tehnologija omogućuje praćenje putanje lopte i igrača koji ju imaju pravo iskoristiti u trenucima kada žele prigovoriti pozivu suca linije. *Hawk-eye* tehnologija je na određeni način revolucionarna jer je vrlo jednostavna, općeprihvaćena i maksimalno olakšana za primjenu. Jedna od glavnih prednosti *hawk-eye* tehnologije je što je vrlo reprezentativna i ne stvara zastoje na teniskim natjecanjima ili drugim sportskim turnirima na kojima se primjenjuje. Ovo je prva tehnologija koju je odobrila Međunarodna teniska federacija nakon raznoraznih testiranja. Ova je tehnologija u tenisu opisana kao revolucionarna, vrlo uzbudljiva i iznimno važna za budućnost tenisa. *Hawk-eye* tehnologija se konstantno unaprjeđuje te prati potrebe sporta, a

raznim specijaliziranim kamerama ovaj sustav takoreći pomaže u suđenju i ispravljanju grešaka (Dureja, Singh Bal, 2012.). *Hawk-eye* tehnologija prvi se put upotrijebila u kriketu, a predstavlja raznolik računalni sustav kojim se vizualno prati putanja lopte i nakon toga prikazuje zapis koji djeluje poput pokretne slike.

**Slika 1.** Primjer korištenja hawk-eye tehnologije u tenisu



Izvor: <https://sarinachewyr10pass.weebly.com/hawk-eye.htm>, 9.svibnja, 2022.

Na Slici 1. prikazano je kako djeluje primjena *hawk-eye* tehnologije u tenisu. Naime, tenis je vrlo praćen sport koji je već niz godina dio Olimpijskih igara. Profesionalni tenisači vrlo su atraktivni i izazovni za razne sponzore, a upravo je primjena cjelokupne tehnologije u tenisu pod sponzorstvom jednog od najutjecajnijih brendova i proizvođača satova. Kao takav, tenis mora ostati općeprihvaćen sport, a tehnologija poput *hawk-eyea* djeluje u smjeru ispravljanja sudačkih pogrešaka i neispravnosti. Nastaje kao produkt niza brzih i malih slika koje se sklapaju u jednu kada je potrebna usporena snimka koja smješta predmet igre, u ovom slučaju lopticu na dio terena na koji je pala (Dureja, Singh Bal, 2012.). Kamere koje prate putanju lopte postavljene su iznad terena i istovremenim snimanjem i proračunavanjem preciziraju putanju lopte koja je najvjerojatnija (Živković, Ratković, Marković, 2019.). Potom se stvara analiza čiji je rezultat trodimenzionalna slika sa svim akterima događaja kao što su suci, igrači i publika. U konačnici, na samom kraju utakmice može se dobiti statistika gdje su loptice najviše i najčešće

padale te u kojem segmentu igre, a to naknadno služi analizi cjelokupnog natjecanja te svim greškama i prednostima koje je tenisač ostvario tijekom natjecanja (Živković, Ratković, Marković, 2019.). Najčešće se može vidjeti nakon odigravanja servisa lopti u tenisu, posebice ako sudac dosudi da je lopta izašla izvan granica ili da je direktan poen za tenisača koji je servirao. Specifičnost je ta da ova tehnologija upotrebljava postojeće televizijske kamere koje emitiraju tu sliku, a ne posebne specijalizirane kamere koje bi mogle osigurati veću brzinu kadrova (Dureja, Singh Bal, 2012.).

Ova je tehnologija prije svega testirana u Sjedinjenim Američkim Državama tako da su kamere pratile osamdeset udaraca (Dureja, Singh Bal, 2012.). Tijekom turnira u Australiji došlo je do pogrešaka kao što je primjerice neodgovarajuće prikazivanje loptice u obliku kruga te prikazivanje riječi da je loptica unutra kada je po snimci jasno vidljivo da je bila izvan odgovarajućeg prostora, ali su te greške bile vrlo brzo ispravljene. Danas se *hawk-eye* tehnologija primjenjuje na svim velikim teniskim natjecanjima poput Wimbledona, Australian Opena, Davis Cupa i raznih Masters natjecanja.

## 2.2. Tehnologija u sportskim igrama

Tehnološki i civilizacijski napredak suvremenog društva je orijentiran na to da svakom čovjeku život bude puno jednostavniji, lakši i ugodniji u svakom pogledu. Na raznim sportskim natjecanjima te tijekom sportskih igara primjenjuju se razne tehnološke naprave i sredstva koje služe pojednostavljenju prikaza utakmice i donošenja sudskih odluka. Riječ je o sredstvima informacijsko-komunikacijske tehnologije i o virtualnoj tehnologiji. Jedna od najznačajnijih tehnologija je sustav bežične komunikacije koja sucima olakšava donošenje odluke i uvid u sporne situacije diljem terena koje se događaju, a do pojave takve tehnologije su prolazile nekažnjeno. Također, ako postoji veći broj sudaca, moguća je komunikacija s drugim sucima koji iz različitih kutova promatraju utakmicu i imaju uvid u razne stvari. Postoji veći broj različitih oblika tehnologije koje se primjenjuju u sportu i rekreaciji, a jedna je od njih svakako primjena tehnologije tristošezdesetstupanjskog videa. Tako je moguće sagledavati subjekt videa iz svih kutova, a to pomaže u praćenju sportaša i sportašica te svih njihovih kretnji. Videozapis iz svakog kuta uglavnom nastaje spajanjem različitih izvora fotoaparata koji se preklapaju u jedan zapis od tristo šezdeset stupnjeva. Ovo je vrlo zahtjevan način snimanja, ali zahvaljujući naprednoj tehnologiji, moguće je napraviti uistinu kvalitetne snimke. Ovakvi videi

pomažu trenerima i sportskim konkurentima kako bi analizirali mogućnosti stvaranja prostora za ostvarivanje kvalitetnijih rezultata. Primjerice, određene sportaše može se pratiti s pomoću različitih isječaka i videa nakon čega se mogu kvalitetnije pripremiti za utakmicu. U svakom sportu postoje elementi koji su dio utakmice i natjecanja te koje sportaši usvajaju tijekom cijeloga života. Sportaši treniraju jednom do dvaput na dan te je primarna svrha njihova treninga poboljšanje ili povećanje performansi. Zahvaljujući naprednim kamerama, treneri i drugo osoblje u videima koji su snimljeni tijekom treninga mogu uvidjeti kako smanjiti greške, kako izbjeći ozljede i što se točno događa kod svakog sportaša u određenom trenutku. Videoisječci nastali snimanjem iz tristo šezdeset stupnjeva pomažu u prijenosu ili emitiranju sportskog sadržaja. Ovakvo snimanje čini ga vrlo atraktivnim. Gledatelji žele upoznati sportaše i vidjeti zanimljive scene tijekom utakmice koje im nisu dostupne tijekom gledanja uobičajenog sportskog sadržaja. Može se reći da ovakva tehnologija pomaže u prikazivanju sportskog sadržaja, ali i analitici te donošenju sudskih odluka.

Jedna od najzanimljivijih, ali i prepoznatljivih primjena sportskih tehnologija je tehnologija koja pomaže u analizi i izradi statistike. Analitika u sportu je jedan je od najvećih napredaka u sportu proteklih godina (Perinović, Kumiša, 2020.). Upravo zbog analitike stvaraju se brojni timovi ljudi koji skeniraju bilješke skauta te ih prosljeđuju vrhunskim analitičarima koje analiziraju matematičari i konvertiraju ih u bitne statistike (Perinović, Kumiša, 2020.). Takvi programi služe stvaranju cjelokupnih profila igrača čiji su rezultati zapisani i analizirani te koji mogu potvrditi je li on dobar izbor za određeni tim.

Alati za stvaranje i praćenje sportske statistike među najvažnijim su alatima menadžera koji rade sa sportašima te koji im pomažu u stvaranju karijere. Sve češće se primjenjuju u ranoj dobi sportaša, što znači da se njihov napredak prati od ranijeg razdoblja i, naravno, kasnije kada sportaš postane profesionalac. Danas se statistička rješenja upotrebljavaju kao osnova za pripremu utakmice jer mogu dočarati koliko je svaki od članova tima prikladan za igru u specifičnom trenutku sezone. Osim za profesionalno osoblje koje radi u sportskoj industriji, stvorene su razne aplikacije i dodaci koje uključuju gledatelje i navijače u statistiku i analitiku ako ih to zanima. Popularnost donošenja odluka temeljenih na analitički podacima u sportu prenesena je na navijače koji konzumiraju više analitičkih sadržaja nego ikad (Perinović i Kumiša, 2020.). U tu svrhu razvijene su brojne aplikacije i platforme koje daju razne podatke, pomažu zainteresiranoj publici u praćenju sportskih rezultata i u izradi različitih statistika, a isto tako omogućavaju prijenos uživo s različitih natjecanja. Zahvaljujući ovakvim

aplikacijama, moguće je upustiti se u rad sa sportom te u predviđanje sportskih rezultata. Treba istaknuti da ove aplikacije daju gotova rješenja, što je vrlo kvalitetno za gledatelje tijekom sportskih natjecanja, a povezane su istraživanjem i analizom sportskih statistika te s predviđanjem rezultata. Jedna od najpoznatijih rješenja je internetska stranica FiveThirtyEight koja procjenjuje prethodne rezultate, omjer pobjede i poraza te povijest protivnika, što pomažu u predviđanju ishoda budućeg sportskog događaja (Perinović, Kumiša, 2020.). Takva tehnologija tijekom sportskih sadržaja pomaže gledateljima da budu u potpunosti uključeni u svaki dio natjecanja i da ga mogu pratiti. Također treba napomenuti tehnologiju koja pomaže u prikupljanju podataka o igračima i samoj igri dok je ona u tijeku. Ovaj oblik tehnologije najčešće se primjenjuje u ekipnim sportovima poput nogometa, košarke, hokeja, rukometa i ragbija. Podaci koji se prikupljaju odnose se na putanje igrača i lopte tijekom igre koji se snimaju te potom analitički obrađuju (Perinović, Kumiša, 2020.). U tom pogledu vrlo je bitna brzina i kvaliteta igrača u određenim segmentima igre. Sportska znanost dijeli teren na regije ili razna područja, a svako od njih je dominantno za određene igrače koji upravo iz tog razloga igraju na pozicijama koje su im predodređene. Jedan od glavnih problema u ovakvim sustavima jest smanjivanje uloge brzine igrača, otvorenost za dolazak lopte, smjer kretanja i slično. Putanje koje predviđaju ovakvi sustavi uglavnom su usmjerene na direktna dodavanja, a ponekad su na tom putu zapreke koje ih onemogućavaju (Perinović, Kumiša, 2020.).

Primjena elektronike i informatike u sportu je vrlo česta u mjerenju rezultata i komparacija u sportu s drugim natjecateljima (Perinović, Kumiša, 2020.). Ručno mjerenje rezultata vrlo je zahtjevno i teško, posebice kada je, recimo, u pitanju atletika i plivanje gdje će nekoliko profesionalnih sportaša u kratkom razdoblju doći do cilja. Primjena tehnologije u upotrebi kamere tijekom snimanja cilja i brojanja brzine svakog igrača pomaže u ispravnim odlukama. Ljudsko oko nije tako precizno i izoštreno te tako nastaje mogućnost velikih greški. Međutim, primjenom tehnologije moguće je ponavljanje određene utrke raznim videozapisima. Upravo takvi videozapisi i usporene slike mogu dodatno pomagati u predviđanju sportskih rezultata, snimanju raznih dodatnih marketinških sadržaja te naknadnom prikazu s ciljem poboljšanja performansi. U svakom slučaju, primjena tehnologije u sportskim natjecanjima sveobuhvatna je i vrlo važna u raznim smjerovima. Današnji sport nezamisliv je bez tehnologije, posebno na natjecanjima, a svaku njezinu primjenu sa zanimanjem prate i stručnjaci iz područja sporta i

gledatelji, odnosno publika. Tehnologija je vrlo važan dio sadašnjeg sporta te je vrlo sveobuhvatna jer prati proces odvijanja određenih utakmica od početka do kraja.

### **2.3. Tehnologija za pružanje statističkih podataka tijekom utakmice**

Statistika je zapravo skup brojnih podataka i informacija, a prikazana je u obliku dijagrama, tablica frekvencije, relativne frekvencije i grafova, što nam pomaže u boljem i preglednijem uvidu u saznanja o tim podacima (Buzgo, 2020.). Statistika pomaže u unaprjeđenju rada pojedinih ekipa, usporedbi i analizi brojnih igrača koji služe rangiranju i donošenju zaključaka koji bi trebali rezultirati poboljšanjem ciljeva i efikasnijem dostizanju rezultata.

Primjena tehnologije u sportu vrlo je značajna u području statistike. Razni tehnološki napredni alati pomažu u stvaranju mnogobrojnih statističkih podataka koji su vrlo dostupni svakomu tko želi imati uvid u njih. Statistički podaci već se niz godina prikazuju u pauzama tijekom sportskih utakmica ili natjecanja, a produkt su rada tijekom cijele sezone. Tehnologija koja pruža statističke podatke tijekom utakmice temelji se na primjeni internetske veze koja mora biti maksimalno brza i učinkovita kako bi se mogla upotrijebiti nekoliko desetaka minuta ili nekoliko sati tijekom odigravanja utakmice. Kvalitetna internetska veza preduvjet je prikazivanja utakmice i stvaranja statistike koja se temelji na analizi u stvarnom vremenu.

Nerijetko, statistika tijekom sportske utakmice upotrebljava nekoliko različitih programa ili aplikacija koje rade zajedno te kao produkt toga nastaju razni podaci koji su od velike pomoći za sportaše, trenere, menadžere i same gledatelje. Treba reći da se na statistici temelji veliki niz financijskih ulaganja i investiranja brojnih ulagača. Upravo zato potrebna je upotreba raznog niza aplikacija na računalima i mobilnim telefonima koja ima mogućnost iznimno brzog prenošenja velikog broja podataka. Pružanje statističkih podataka poboljšava iskustvo gledatelja neposredno na samom stadionu, u dvorani ili blizu terena na kojem se događa sportsko natjecanje. Zato brojni klubovi i organizacije ugrađuju suvremenu tehnologiju kako bi im to pomoglo u stvaranju kvalitetnijih i boljih sportskih rezultata te privlačenju sve većeg broja gledatelja. Tehnologija zahtijeva od svih klubova da budu u skladu s konkurencijom pa onda postoji mogućnost da napredniji ili bogatiji konkurenti, odnosno klubovi ili igrači prvi upotrebljavaju tehnološki napredna sredstva tijekom utakmice, a ostali ih moraju pratiti.

Statistički podaci imaju veliku komunikacijsku ulogu jer pomažu u stvaranju dojma i pokazivanju stvarnog stanja.

### **3. TEHNOLOGIJA ZA PRAĆENJE STATISTIČKIH PODATAKA U SVRHU OTKRIVANJA SPORTSKIH TALENATA**

Otkrivanje sportskih talenata danas je jedna od najznačajnijih elemenata u sportu. To je način za stvaranje prednosti u odnosu na konkurente te osvajanje većeg broja tržišta. Naravno, otkrivanje sportskih talenata i najkvalitetnijih igrača u pojedinim sportovima može biti važno iz marketinških te u konačnici iz financijskih razloga. Važno je istaknuti to da postoji problem prerane selekcije pa se danas određeni broj mladih sportaša isključuje i proglašava nedarovitim, što na njima može ostaviti trag. Osim samog otkrivanja talenata, vrlo je važno razvijati nadarenog i najčešće mladog sportaša te ga usmjeravati u njegovoj karijeri. Otkrivanje mladih sportaša glavna je značajka današnjeg sporta kada se veliki broj klubova natječe na tržištu kako bi privukla određene sportaše. Danas su takva tržišna natjecanja vrlo vidljiva u timskim sportovima poput nogometa, košarke i američkog nogometa jer su medijski vrlo praćena, a predstavljaju napore klubova u stvaranje budućnosti. Cilj svakog trenera je unaprjeđenje pojedinca ili tima, a njihov napredak treba bilježiti trener i stručno osoblje (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Mladi, talentirani sportaši često su se proučavali iz smjera genetike, a posebice je tome tako u sportovima poput odbojke ili košarke gdje je primjerice vrlo važna visina igrača. Ako se predviđalo da će igrači rasti do željene ili potrebne visine, na njih se obraćalo više pozornosti kako bi se razvijale njihove motoričke sposobnosti i vještine koje će pomoći ekipama u osiguravanju prednosti u odnosu na konkurente. Ljudsko opažanje i pamćenje nisu dovoljno objektivni pokazatelji za praćenje napretka sportaša, a to je posebice kompleksno u timskim sportovima gdje je u pitanju veći broj igrača i povezanih događaja koji određuju ishod utakmice te u konačnici sportskih rezultata (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Upravo zato došlo je do potrebe za primjenom tehnologije kojom će se snimiti i analizirati svaki element natjecanja, što su zapravo objektivna sredstva mjerenje koja su prijeko potrebna. Ubrzani razvoj tehnologije pomaže u tome da dobijemo veliki broj informacija u svakom trenutku, a u tom području postoji veliki broj posebno educiranih stručnjaka koji se bave samo statističkom analizom. Tako treneri mogu dobiti objektivnu analizu, ali je u tom trenutku potrebno njihovo uključivanje u smislu donošenja odluka i uzimanja drugih razloga u obzir. Tehnologija pomaže u stvaranju objektivnih informacija koje su prijeko potrebne. Glavni problemi s kojima se treneri i njihovi stručni suradnici iz analitičkih timova danas susreću su:



1. uspostava pouzdanosti opservacije
2. osiguravanje prikupljanja dovoljne količine informacija kako bi se u potpunosti definirala izvedba
3. transformacija podataka u informacije koje mogu upotrijebiti za pojedini sport (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.).

Kako bi se riješili navedeni problemi, stvaraju se različite metode koje se koriste tehnološkim dostignućima te su maksimalno unaprijeđene. U otkrivanju sportskih talenata primjenjuju se razne metode radi dobivanja analitičkih i statističkih podataka. Notacijska analiza predstavlja objektivan način bilježenja pokazatelja izvedbe i uspješnosti te je to metoda za označavanje događaja tijekom sportskog natjecanja te njihova statistička analiza (Bašić, Barišić, Jozak, Dizdar, 2015.). Ručni i računalni notacijski sistem omogućuje iste informacije u svrhu analize kretanja igrača, ocjene tehničke efikasnosti, ocjene taktičke efikasnosti i statističke kompilacije (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Elementi ili glavne namjere notacijske analize su:

1. ocjena taktike
2. tehnička procjena
3. analiza kretanja
4. razvoj baze podataka i modeliranja
5. odgojne primjene (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.).

Ocjena taktike vrlo je važna u današnjem sportu. Različite taktike primijenjene u različitim fazama pojedinog sporta koncentriraju sva znanja o tehnikama, fizičkom razvoju igrača i različitim drugim varijablama, stoga ne čudi da se taktika često mijenja kada je riječ o treniranju mlađih dobnih kategorija. Za njihov uspjeh vrlo je važno da postoje treneri koji će taktikom unaprijediti i poboljšati njihove rezultate i u konačnici utjecati na njihov uspjeh. Ocjena taktike ključna je komponenta sporta jer trener tako uspostavlja pravila u svrhu potpune selekcije (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Drugi navedeni element notacijske analize je tehnička procjena koja ima vrlo praktičnu namjenu za stručnjake koji rade sa sportašima na njihovim različitim razinama (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Za potrebe tehničke procjene razvijen je poseban računalni sustav za analizu s trideset osam ključnih trenutaka u realnom vremenu te je osigurana sažeta tehnička procjena uspoređivanja rezultata s dvije različite razine izvedbe (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković,

Ujević, Jovanović, 2011.). Tako je došlo je primjene tehnologije s ciljem otkrivanja sportskih talenata i praćenja njihova razvoja. Osim toga, radi se analiza kretanja koja se u današnjem sportu pokazala ključnim u smislu da se prati što radi igrač kada nije u centru pozornosti, primjerice kada nema loptu. To je danas razlikovni element igrača i pokazuje njegove fizičke, ali i psihičke karakteristike te je od toga niz sportaša profitirao tako da su oni koji nisu iznimni u određenom elementu igre mogli doprinijeti svojim posebnim kretnjama. Danas takvi igrači postižu veliku tržišnu cijenu te se proučavaju iz različitih kutova, a najčešći način procjene je analiza i statistika njihove igre. Razvoj baze podataka u današnjem je svijetu važan za svaku industriju. Ti podaci mogu se odnositi na različite aspekte poput sakupljanja podataka o proizvodu, usluzi, količinama, kupcima, okruženju ili konkurentima i slično. U sportu se to odnosi na sakupljanje podataka o igračima i cjelokupnom timu koji se konstantno ažuriraju i nadopunjuju. Na temelju sakupljenih podataka stvaraju se modeli igre, što predstavlja analitičku tehniku jer se time usmjerava pozornost onoga koji modelira na kritične aspekte podataka koji predstavljaju uspješnu izvedbu. Jedan od najvažnijih aspekata notacijske analize je njezina odgojna primjena. Brojni treneri u različitim sportovima primjenjuju ovu vrstu analize kako bi povećali razumijevanje sporta te statistike o samim timovima (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelešković, Ujević, Jovanović, 2011.). Sportaši postaju svjesniji svih podataka koji se odvijaju tijekom utakmice i cijelog natjecanja uz primjenu notacijske analize. U samim počecima sportske analitike ove su se namjere pratile i bilježile ručno, a s vremenom je ta obrada bila računalna nakon digitalnog prikaza utakmice. Notacijska analiza objektivan je način praćenja statističkih rezultata koji pomažu u otkrivanju sportskih talenata. Ovakva vrsta analize potrebna je zato što treneri mogu obratiti pozornost na stvari koje se ključne za izvedbu njihovih sportaša. Pri otkrivanju sportskih talenata notacijska analiza može biti vrlo značajna jer se u procesu stvaranja igrača mogu otkriti svi problemi i razlozi koji koče napredak određenog igrača. Također, notacijska analiza može pokazati u kojim su elementima igrači dobri, a koje bi trebali unaprijediti.

Prilikom izvođenja notacijske analize treba istaknuti da je velika prednost to što se može primijeniti u timskim sportovima te je u tom smjeru vrlo korisna. Prilikom izvođenja notacijske analize, odnosno analize podataka trebamo voditi računa o indikatorima izvedbe, performansama igrača, profilu igrača i njegovim vrijednostima (<https://hns-cff.hr/files/documents/18900/Uvod%20u%20notacijsku%20analizu.pdf>, 12. svibnja 2022.). Rezultati dobiveni provođenjem notacijske analize mogu se upotrijebiti u sljedeće svrhe:

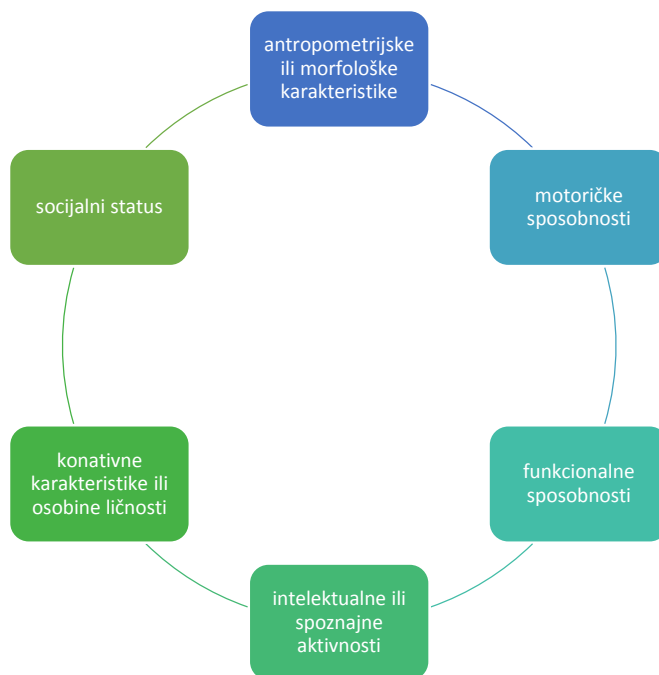
1. trenutna povratna informacija
2. razvoj baze podataka
3. upozorenje na pozicije u igri koje treba poboljšati
4. kao mehanizam selektivne pretrage putem snimanja utakmice
5. ocjena (Talović, Fiorentini, Sporiš, Jelesković, Ujević, Jovanović, 2011.).

Navedene svrhe vrlo su važne tijekom treninga, natjecanja i učenja. Statističke analize upotrebljavaju se da bi se dobili podaci koji se potom mogu prezentirati igračima i objasniti im se njihova važnost. Kod mladih, talentiranih igrača to može biti od velike pomoći jer je riječ o brojkama i vizualnom predstavljanju njihove igre. Isto tako, tijekom karijere zahvaljujući određenim pokazateljima može se stvoriti uvid u to da su igrači na određenim pozicijama vrlo dobri u elementima igre koji nisu specifični za poziciju na kojoj trenutačno igraju pa se taj talent može iskoristiti. Notacijskom analizom može se dobiti iznimno velik broj informacija koji za određene igrače može biti previše te ih možda može obeshrabriti ili dodatno otežati izvođenje zadataka. Ti su podaci individualni i tako ih treba prezentirati te im tako treba pristupiti. Bitno je da osoba koja prezentira podatke bude objektivna i potpuna. U otkrivanju sportskih talenata ovakvi podaci mogu biti od velike koristi jer mogu prikazati predodređenost talenta za specifičnu poziciju. Međutim, da bi igrač shvatio dobivene podatke i mogao ih iskoristiti u svoju prednost, potrebno je da stekne određena znanja, što mlađi igrači često još nemaju zbog manjka iskustva. Sport je za većinu djece ili mladih element zabave i druženja, a ovakve analize i statistički podaci neće nužno utjecati pozitivno na sve igrače. Statistički podaci upotrebljavaju se da bi se sportašima približilo shvaćanje igre te svih elemenata koji izvode oni i njihovi suigrači te protivnici za vrijeme natjecanja. Tako se može utjecati na poboljšanje izvedbe, a dolazi i do otkrivanja sportskih talenata. Statističke analize pomažu menadžerima i trenerima u stjecanju uvida u talent sportaša te u to na kojoj ih se poziciji može najbolje postaviti s obzirom na ostvarivanje njihovih rezultata. Mladi sportaši koji tek trebaju postati dio profesionalnog sporta mogu upotrijebiti statistiku za unaprjeđenje svojih rezultata te za poboljšanje svih dijelova izvedbe. Statistika može pomoći u analizi protivnika i svih konkurenata, što također može utjecati na rezultate sportaša ili sportskih timova. Poboljšanje različitih vrsta tehnologija doprinosi tomu da sportaši mogu uvidjeti sve pozitivne i negativne strane svojih kretanja na terenu, a uz to se može usmjeriti njihov trening te u konačnici rezultati. Tehnologija pomaže u kvalitetnijem i bržem stvaranju analize s obzirom na to da kod tehnoloških sredstava ne postoji subjektivnost koja se često mogla pojaviti kod ručne analize. Upravo je zato primjena

tehnologije u svrhu stvaranja statističkih podataka za otkrivanje sportskih talenata vrlo česta. Većina različitih liga, menadžera i agencija koji traže talentirane sportaše surađuju s analitičarima koji se bave proučavanjem niza podataka da bi što kvalitetnije procijenili koji je sportaš najbolji izbor. Takvi izbori mogu odrediti ishod sezona te osigurati budućnost raznih timova i klubova.

#### **4. TEHNOLOGIJA U SPORTSKOJ DIJAGNOSTICI U SPORTSKIM ISTRAŽIVANJIMA**

Tehnologija se primjenjuje u sportskoj dijagnostici koja utječe na pripremljenost sportaša, njihove uspjehe na natjecanjima i njihovo zdravlje. Dijagnostika se može shvaćati kao zasebna analiza koja je ključna za učinke vrhunskog ranga i u tu svrhu razvijeni su brojni dijagnostički alati za testiranje i evaluaciju sportaša te za stvaranje trenažnog procesa (Žderić, 2016.). Sportska dijagnostika podrazumijeva prikupljanje upotrebljivih informacija o inicijalnom, tranzitivnom i završnom stanju sportaša (Žderić, 2016.). Također, dijagnostika u sportu može se odnositi na proučavanje sposobnosti sportaša i svih osobina koje će utjecati na njihovu učinkovitost u sportu. Prvenstveno je važno prikupiti brojne informacije koje će biti temelj za kreiranje i upotrebu trenažnih procesa čiji je cilj poboljšanje učinkovitosti i rezultata sportaša. Primjena sportske dijagnostike vrlo je važna kako bi se stekao uvid u trenutno stanje i stvorili temelji za kvalitetniji trenažni proces. Može se reći da je dijagnostika vrlo važna radi dugoročnog sportskog usavršavanja. Sportska dijagnostika vrlo je povezana s medicinom i fizioterapijom jer ispituje brojne komponente koje su dio samog čovjeka i njegova općenitog zdravstvenog stanja. Dijagnostika bi se trebala primjenjivati od samih početaka sportaša kako bi se moglo utjecati na različite aspekte svakog sportaša te poboljšati njihov fizički, motorički, taktički i tehnički aspekt. Dijagnostika se ponajviše odnosi na proučavanje antropološkog statusa čovjeka, a posebice kod mladih sportaša koji se mogu proučavati kao sportski talenti.

**Slika 2.** Komponente antropološkog statusa čovjeka

Izvor: D. Metikoš, D. Sekulić, Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji, udžbenik, Fakultet prirodoslovno – matematičkih znanosti i kineziologije, Sveučilište u Splitu, Split, 2007.

Antropometrijske karakteristike odgovorne su za dinamiku rasta i razvoja te građe tijela čovjeka (Metikoš, Sekulić, 2007.). One svakako mogu utjecati na vrijednost i kvalitetu svakog, a posebice mladog sportaša kada se u različitim dobnim uzrastima mogu ostvarivati značajne prednosti na temelju takvih karakteristika. Antropometrijske karakteristike odnose se na građu i strukturu čovjeka, a sastoje se od transverzalne dimenzionalnosti skeleta, longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, potkožnog masnog tkiva i voluminoznosti ili opsega i mase tijela (Rubin, 2010.). Na morfološke karakteristike veže se pitanje motoričkih sposobnosti sportaša, a one određuju mogućnosti gibanja te su zapravo složena struktura kvalitativnih i kvantitativnih svojstava kao što su fleksibilnost, izdržljivost, koordinacija, preciznost, fleksibilnost i brzina te snaga (Milanović, 1997.). Motoričke sposobnosti su preciznost, gipkost, ravnoteža, snaga, izdržljivost te koordinacija. Budući da je riječ o ključnim elementima kod svakog sportaša koje mogu usmjeriti uspjeh sportaša i presudni u određenim trenucima utakmice i natjecanja, ovo je vrlo čest predmet sportske dijagnostike. Motoričke sposobnosti su mjerljive i mogu se vrlo lako prikazati te odrediti. Neki sportaši imaju bolje motoričke sposobnosti zahvaljujući

svojoj građi i genetici, dok se kod drugih one moraju razvijati i konstantno unaprjeđivati. Jedna od antropoloških komponenata su funkcionalne sposobnosti. Aerobni kapacitet je sposobnost obavljanja rada tijekom dužeg razdoblja u uvjetima aerobnog metabolizma ili količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti (Metikoš, Sekulić, 2007.). Aerobni energetska kapacitet može se ispitati progresivnim testovima i tempo testovima (Vučetić, 2009.). Svi navedeni testovi zasnivaju se na upotrebi medicinske tehnologije i brojnih saznanja koje su stekli znanstvenici primjenom tehnologije. Nakon toga su kineziolozi i treneri uvidjeli mogućnosti ispitivanja svih komponenti u sportske svrhe. Testovi izgledaju kao dijelovi sportskih treninga prilikom koji se ispituju mogućnosti sportaša i njihove različite reakcije na podražaje. Jedan od najboljih primjera su testovi mjerenjem koncentracije laktata u krvi (Vučetić, 2009.). Na ovakvom testiranju sportaši su podvrgnuti opterećenjima tijekom kojih tehnologija prati rast određenih karakteristika i svojstava u njihovu tijelu, a to se prikazuje trenerima i stručnom osoblju koji na temelju toga mogu reagirati u sportskom smislu. Brojni drugi testovi slični su kao i primjena tehnologije tijekom njihova provođenja. Ovo se testiranje provodi da bi se što kvalitetnije kontroliralo opterećenje na treningu te se, zahvaljujući tehnologiji, bilježi na krivulji koja određuje brojne pragove koji su početne točke u treniranju. Zahvaljujući tehnologiji, stvara se baza podataka te su takva mjerenja dio pripremnih razdoblja treninga profesionalnih sportaša. Rekreativci se mogu koristiti ovakvim testiranjima da bi poboljšali vlastito zdravlje i uvidjeli svoje mogućnosti. Druga komponenta funkcionalne sposobnosti je anaerobni kapacitet koji ovisi o reakcijama, otpornosti organizma i kemijskim materijama, relativno je nepromjenjiv i zapravo ovisi o genetskim svojstvima (Metikoš, Sekulić, 2007.). Ako se sportaš bavi sportskim aktivnostima u kojima je ključna izdržljivost, njihov anaerobni kapacitet može biti jedan od najvažnijih svojstava. Takvi su sportovi primjerice biciklizam, maraton, biatlon i triatlon, kao i borilačke aktivnosti. Naravno, navedeni kapaciteti važni su za svaki sport, a njihova dijagnoza može se ispitati primjenom različitih tehnologija za ispitivanje energetskih procesa, zdravlja srčano-krvožilnih sustava pod pritiskom i opterećenjem, imunološkog sustava, endokrinog sustava i zdravlja. Testovi za procjenu energetskih kapaciteta su intervalni sprint testovi, maksimalni testovi i kontinuirani testovi (Vučetić, 2009.). Zahvaljujući tehnologiji, postoji niz raznih dodataka poput pojaseva i satova koji ne daju samo rezultate nego omogućavaju i da se prati rad tijela i reakcija organizma na različite testove. Tako dijagnostika više nije samo davanje rezultata nego i sagledavanje cijelog procesa treninga. Brojne naprave za vježbanje omogućavaju profesionalnim sportašima i rekreativcima da prilikom opterećenja i ispitivanja izdržljivosti mogu vidjeti kakav im je rad

srca, kolika im je potrošnja te to može utjecati na njihov daljnji trening. Vrlo je važno uvidjeti koji je najbolji mogući način testiranja i kako utjecati na procese poboljšanja treninga u svrhu ostvarivanja što boljih sportskih rezultata. Važno je to što, zahvaljujući tehnologiji, ovakve mogućnosti imaju i sportaši rekreativci koji se bave sportom radi poboljšanja zdravstvenog stanja. Uz sve navedeno, provode se testovi koji će smjestiti sportaše u određene kategorije po njihovim mogućnostima. Socijalni status čovjeka bitan je radi uklapanja u tim, a njegove intelektualne mogućnosti radi uklapanja u određeni dio ekipe i preuzimanja uloge. Dijagnostika u sportu je važna radi što kvalitetnijeg praćenja i mogućnosti istraživanja. Kada određeni sportaš pristupi novom timu, njegove se kvalitete već znaju i mogu se prema tome rangirati u odnosu na druge sportaše bilo u individualnom ili timskom sportu. Dakle, istraživanja se provode radi stvaranja novih vrijednosti i povećanja mogućnosti pojedinih sportaša te se u tom procesu upotrebljavaju različita tehnološka sredstva. Jedan od uređaja koji se često upotrebljava je elektromiograf, što je zapravo uređaj za bilježenje električnih potencijala iz ispitivanih mišića (<http://struna.ihjj.hr/naziv/elektromiograf/13413/>, 14. svibnja 2022.). To se upotrebljava radi ispitivanja i poznavanja kineziološke, biomehaničke i fiziološke osnove mišićnog sustava kod ljudi koji se mogu povezati s brojnim drugim uređajima te se također može spojiti s pametnim mobilnim uređajima. U konačnici to pomaže u istraživanju kako funkcionira tijelo i postavljanju odluka kako ispraviti ili unaprijediti određene tehnike i taktike ili odrediti terapiju za oporavak. Tako je i kod sportaša rekreativaca koji zahvaljujući dijagnostičiranju trenutnog stanja mogu početi istraživati za budućnost. Rekreativni sportaši mogu razvijati nova znanja, postati dio raznih sportskih škola i usvojiti nove vještine u različitim klubovima. Istraživanje u sportu može biti na razini potreba pojedinca ili ekipe u sportskom smislu, odnosno u kontekstu poboljšanja performansi na terenu. Vrlo je važno znati da postoje istraživanja koja se provode radi oporavka sportaša. Jedno od najvažnijih je istraživanje tržišta prema kojemu se prilagođava cjelokupna sportska industrija te se za te potrebe kreiraju novi sportski sadržaji. Ta se istraživanja provode radi razvoja poduzetništva u sportskoj industriji i kreiranja novih proizvoda i usluga. U tu svrhu treba se spomenuti postojanje niza tehnoloških sredstava. Jedna od najznačajnijih je upotreba raznih društvenih mreža i upotreba interneta u marketinške svrhe. Razni sportaši i klubovi imaju razvijene marketinške programe koji im omogućavaju praćenje niza podataka. Treba posebno istaknuti da većina društvenih mreža ima mjerne instrumente s pomoću kojih se u svakom trenutku može doći do informacija i podataka koji su potrebni određenoj osobi ili organizaciji. Zahvaljujući tomu, dobiva se uvid u broj pratitelja, broj objava i raznih reakcija, posjećenost stranice i zainteresiranost pratitelja za različite teme. Takva vrsta



istraživanja pomaže u komunikaciji i brendiranju, što utječe na kreiranje sadržaja i stvaranje novih vrijednosti. Takva su istraživanja danas ključna kako bi se dobio uvid u navijače i ljude koji prate sport, ali i u ciljnu publiku. Jedan od kvalitetnijih primjera su razne grupe sportaša rekreativaca koji se udružuju na društvenim mrežama te dijele informacije i ulažu u nove proizvode. Ovakve vrste istraživanja ne bi bile moguće bez društvenih mreža, a snažno će utjecati na stvaranje novih trendova u sportu i povezanoj sportskoj industriji. Društvene mreže i marketinški parametri pokazuju što navijači kupuju, nose i što ih interesira ili koji su im sportaši omiljeni, što utječe na kreiranje marketinške strategije niza kompanija.

## **5. TEHNOLOGIJA KOJA SE KORISTI ZA PRAĆENJE SVAKODNEVNIH AKTIVNOSTI**

U svakodnevnom životu primjenjuju se određene tehnologije radi praćenja aktivnosti i davanja raznih informacija svakoj osobi koja se koristi takvim uređajima. Određeni dio tehnologije primjenjuje se prilikom upotrebe mobilnih uređaja. Naime, postoji cijeli niz dodataka i pomagala koji pomažu prilikom kretanja, treniranja, praćenja rezultata i slično. Takve tehnologije puno znače sportašima profesionalcima, ali privlače sve veću pozornost sportaša rekreativaca kojima je to jednostavniji način praćenja vrijednosti koje su im do jučer bile teško dostupne ili u potpunosti nedostupne. Na profesionalnoj razini upotrebljavaju se mobilne aplikacije koje pomažu trenerima da prate i analiziraju vitalne znakove, razne psihičke i fizičke znakove tijekom napora. Tako treneri mogu donositi ispravne i pravovremene odluke u ključnim dijelovima igre ili natjecateljskog razdoblja. Takva se tehnologija može primjenjivati svaki dan, na treninzima i u pripremnom razdoblju. Većina tehnoloških pomagala iznimno je pojednostavljena i prilagođena korisnicima. Presudno za njihovu upotrebu je što su vrlo jednostavne i praktične, a rezultati su brzo vidljivi i jednako dostupni u svakom trenutku. Mobilnim uređajem možemo pratiti razinu kretanja, količinu sna, prehrambene navike, tjelesnu težinu i unos vode koji utječu na stvaranje sportskih rezultata. Takve tehnologije dostupne su i u obliku sata ili kao dio odjevnih predmeta, a nosivi su tijekom tjelovježbi, što je posebice važno radi praćenja promjena i navika.

Postoji veliki broj aplikacija koje se mogu instalirati i pokrenuti kako bi se sportaši uključili u dio široke zajednice i povezali se sa sportašima na drugim dijelovima svijeta te se tako natjecali i sudjelovali na turnirima. Aplikacije su raznovrsne, a postoji niz onih koji se sastoje od popisa vježbi za različite dijelove tijela i s nizom savjeta koje sportaši mogu iskoristiti. Osim mobilnih uređaja, satova i odjeće, postoje senzori koji se smještaju u odjeću, obuću ili zaštitnu opremu i tako daju podatke. To je smjer u kojem se kreće sport u budućnosti, a velika je vrijednost što se time pomaže u očuvanju zdravlja sportaša i sprječava da dođe do njihove preopterećenosti.

### **5.1. Tehnologija u sportskom treningu (nanotehnologija)**

Primjena tehnologije u sportu je najčešća i najveća u sportskim treninzima te u razvijanju sportske analize i statistike. Trening je ponavljanje određenih aktivnosti radi stjecanja određenih sposobnosti, a služi osposobljavanju za viša dostignuća (<https://jezikoslovac.com/word/kfzm>, 14. svibnja 2022.). Tehnologija se u sportskom treningu primjenjuje u velikom obujmu i na razne načine. Tehnologija može pomoći u planiranju i oblikovanju treninga te u njegovu provođenju, kao i u razvijanju i napredovanju samog sportaša. Tehnologijom se može koristiti sam sportaš, ali se njome može koristiti i trener ili član stručnog tima kako bi mu pomogao u određenim područjima. Tako se pomaže u samostalnom vježbanju, a rekreativce potiče na konstantne treninge.

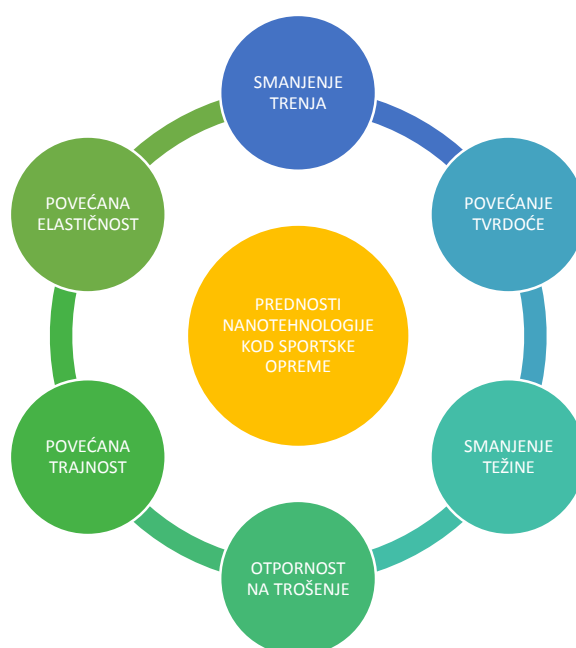
U vezi s primjenom tehnologije najveće i najrazvijenije tržište u sportskom treningu je u pilatesu i fitnessu. Također, primjena tehnologije česta je u aktivnostima koje ne uključuju rekvizite poput trčanja i hodanja, ali i tijekom vožnje bicikla i koturaljki. U tu svrhu je došlo do razvijanja raznih tehnoloških pomagala i rekvizita kojima se utvrđuje mjerenje i vrednovanje onih komponenata ili dimenzija treniranosti na koje se treningom željelo utjecati (Milanović, Šalaj, Gregov, 2011.). Trenažni postupci strogo su definirani te se u njima može odrediti nekoliko različitih faza kao:

1. provođenje pojedinačnog treninga
  2. planiranje treninga (određivanje ciljeva, zadaća i uvjeta trenažnog procesa)
  3. programiranje trenažnog rada (izbor, doziranje i distribucija operatora treninga)
- (Milanović, Šalaj, Gregov, 2011.).

Tehnologija je omogućila vrlo sofisticirano mjerenje koje daje dijagnostičke podatke te ih čini dostupnim trenerima, sportašima i onima koji prate trenažni postupak. Planiranje treninga jednostavnije je s nizom različitih pomagala, sportske opreme i mjerača koji će ubrzati postupak i dati objektivne podatke na temelju kojih se može odlučivati o sljedećim planovima ili njihovu nastavku. Također, tehnologija pomaže u provođenju treninga i izboru trenažnih postupaka. Jedan od najvažnijih primjera primjene tehnologije u sportu je razna primjena nanotehnologije. Nanotehnologija je skup znanja i tehnologija koje omogućavaju proizvodnju i kontrolu molekularne strukture i njezinih atoma na ljestvici od nanometra (Stefanović, Šiljak, Perović, Đurović, Isaković, Vajić, 2020.). Tehnologija se zasniva na istraživanju, razvoju i primjeni različitih struktura s posebnim svojstvima zbog male veličine te je na svojevrsan način revolucionarna. Svaki proizvođač sportske opreme na današnjem tržištu razvija posebne materijale i tehniku proizvodnje, a takvi materijali pomažu u kontekstu fleksibilnosti,

otpornosti, osjećaju, trajnosti, snazi i termobalansu. Pretpostavlja se da nanotehnologija ima puno potencijala u sportu te da će se još više iskorištavati u budućnosti (Stefanović, Šiljak, Perović, Đurović, Isaković, Vajić, 2020.). Trenutačno su najpoznatiji materijali sastavljeni od karbonskih nanocjevčica koje su šest puta lakše od čeličnih, ali i preko sto puta jače, a njihova se čvrstoća povezuje s dijamantima (Stefanović, Šiljak, Perović, Đurović, Isaković, Vajić, 2020.).

**Slika 3.** Prikaz prednosti primjene nanotehnologije kod sportske opreme



Izvor: Stefanović Ž., Šiljak V., Perović A., Đurović D., Isaković M., Vajić S. (2020): Nanotehnologija u sportu, *Ecologica*, Vol.27, No 98, str.284.

Primjena nanotehnologije na specifičan je način označila novo doba u izgradnji i oblikovanju sportske opreme. Može se definirati i kao proučavanje te kontrola pojava i materije na prostornoj skali manjoj od sto nanometara, a primjenjuje se u nizu znanosti (Bilušić, 2006.). Isprepletanjem različitih vrsta industrija i znanosti dolazi do brojnih otkrića zbog kojih u konačnici nastaju proizvodi namijenjeni kupcima, u ovom slučaju iz područja sporta. Oprema koja nastaje primjenom nanotehnologije je specifična, poprilično drugačija od standardne sportske opreme te predstavlja najveći izazov i potencijal za primjenu u budućnosti. Upotreba nanotehnologije i povezanih materijala može se dodatno pojačati i iskoristiti u sportu na brojne

načine i u velikoj količini. Upotrebom ugljikovih molekula koje su kristalno čiste nastaju različiti oblici odjeće, obuće i opreme kojom se smanjuju rizici, povećava jačina uz što lakše materijale (Mašić, Mihajlović, Radotić, 2010.). Nanotehnologija je zapravo najnovije tehnološko rješenje kojim se vrši manipulacija materijom na skali atoma i molekula čime dolazi do poboljšanja performansi različitih materijala (Mašić, Mihajlović, Radotić, 2010.). Najčešće se primjenjivala u plivanju, biciklizmu, skijanju, trčanju i drugim uglavnom aerobnim tjelesnim aktivnostima (Stefanović, Šiljak, Perović, Đurović, Isaković, Vajić, 2020.). Nanotehnologija je najveće učinke pokazala u plivačkim disciplinama u kojima su određena odjela bila predmet ostvarivanja prednosti pred konkurentima, što je prije nekoliko godina rezultiralo raznim istragama i istraživanjima.

Nanotehnologija je usmjerena na maksimiziranje učinaka materijala uz minimiziranje njihove težine i usmjerenost k očuvanju rezultata sportaša. Nanotehnologija se primjenjuje u nutricionizmu s ciljem što bolje apsorpcije hrane i svih vrijednih tvari (Stefanović, Šiljak, Perović, Đurović, Isaković, Vajić, 2020.). Materijali u kojima je ugrađena nanotehnologija povećali su efikasnost sportaša u treningu i pomogli u povećanju učinkovitosti svakog odrađenog treninga. Posljednjih nekoliko godina, a može se reći i desetljeća, u kontekstu primjene tehnologije u sportu došlo je iznimno velikog napretka, što je približilo ljudske napore i rezultate dotad neviđenom maksimumu. U tome je nanotehnologija iznimno pomogla jer je pomaknula granice ljudskih mogućnosti. Nanotehnologija je primijenjena u gradnji tenisica koje su jedna od najvažnijih dijelova sportske opreme. Takva tehnologija primjenjuje se da bi se u tenisice ugradio mikročip koji povećava broj mogućih operacija koje se može odvijati u sekundi (Mašić, Mihajlović i Radotić, 2010.). Takve tenisice pomažu u boljoj apsorpciji prilikom izmjena smjera, skokova i trčanja te velikih pritisaka i napora koje doživljavaju sportaši na treninzima. Nanotehnologija utječe na stvaranje sportske opreme koja ima učinak prilikom izvršavanja vježbi na treningu te su jedan od najboljih primjera upotrebe tehnologije u sportu. Osim kod izgradnje sportske odjeće i obuće, nanotehnologija se primjenjuje u izradi sportskih dodataka i opreme. Jedna od najpoznatijih primjena nanotehnologije je u proizvodnji palica za golf i teniskih reketa (Mašić, Mihajlović, Radotić, 2010.). Važnost nanotehnologije prepoznao je niz velikih kompanija koji ulažu u razvoj tehnološki naprednih dodataka koji će koristiti sportašima. Nanotehnologija nije izolirana, nego se odnosi na povezivanje niza industrijskih grana i različitih tehnika proizvodnje (Mašić, Mihajlović, Radotić, 2010.). Razvoj ove tehnologije vrlo je skup i teško je dostupan svim sportašima, ali kao produkt poslovanja

kompanija koje se koriste nanotehnologijom nastaju različiti proizvodi kojima se mogu koristiti profesionalni sportaši i rekreativci.

## 5.2. Tehnologija u sportskoj rekreaciji

Sportska rekreacija je sustav programiranih sportskih (kinezioloških) aktivnosti koje se provode s osnovnim ciljem unaprjeđenja (održavanja) ciljanih antropoloških sposobnosti i transformacije ciljanih antropoloških osobina ([https://www.kifst.hr/~natasa/index\\_files/predavanja.pdf](https://www.kifst.hr/~natasa/index_files/predavanja.pdf), 16. svibnja 2022.). Rekreacija je vrlo važna za svaku zajednicu zbog očuvanja i unaprjeđenja njezina zdravlja. Rekreacija pozitivno utječe na fizičko, ali i psihičko zdravlje. Budući da je primjena tehnologije sve češća i veća, jasno je da je i u ovom području postojala velika mogućnost razvoja brojnih pomagala i dodataka. U te svrhe razvijene su brojne aplikacije, sustavi praćenja programa sportske rekreacije (Jurakić, Vrbanac, 2005.). Primjena tehnologije u sportskoj rekreaciji odnosi se i na modernu opremu u centrima za vježbanje uz koju je potrebno stručno vodstvo koje će utjecati na pravilnu upotrebu. Razne sprave i sportski dodaci dio su rutine kod sportaša rekreativaca. Primjena tehnologije u svrhu sportske rekreacije je i u edukaciji sportaša rekreativaca s pomoću raznih priručnika koji su dostupni i mogu se istraživati. Tehnologija u sportskoj rekreaciji nešto je drugačija od tehnologije koja se primjenjuje u profesionalnom sportu. Iako je riječ o primjeni istih ili sličnih sredstava, primjena tehnologije funkcionira drugačije. Dakle, pristup izradi tehnoloških sredstava ili pomagala drugačiji je kada je riječ o profesionalnim i rekreativnim sportašima. Profesionalni sportaši koriste se najnaprednijom tehnologijom koja utječe na njihov način treniranja i strukture natjecanja, dok rekreativni sportaši trebaju imati pomagala koja su maksimalno jednostavna za upotrebu. Tehnologija namijenjena profesionalnim sportašima vrlo je napredna, ali se njome osim sportaša koriste treneri, nutricionisti, fizioterapeuti i ostali članovi stručnih timova koji su posredno možda utjecali na stvaranje ili poboljšanje tih uređaja i aplikacija. To znači da oni mogu upotrebljavati napredne sustave i imati sveobuhvatne informacije koje im neće otežavati primjenu tehnologije, dok sportaši rekreativci trebaju jednostavnija i korisnički pristupačnija sredstva. Tehnologija za sportsku rekreaciju utječe na povezivanje cijele zajednice rekreativaca i olakšava im proces vježbanja. Velik utjecaj imale su društvene mreže koje su omogućile stvaranje pozitivnog okruženja i poveznicu između ljudi koji se rekreativno bave sportom. Tehnologija u sportskoj rekreaciji uglavnom je koncentrirana

na stvaranje aplikacija, raznih dodataka sportskoj prehrani i konstruiranja sprava koje pomažu u vježbanju. U današnjoj sportskoj rekreaciji treba istaknuti upotrebu tehnološki napredne odjeće i obuće koja utječe na poboljšanje sportskih rezultata kao, i upotrebu brojnih dodataka. Jedni od najznačajnijih su mobilni telefoni i brojne aplikacije, kao i satovi i pojasevi putem kojih se prate parametri koji daju uvid u napredak u vježbanju. To su primjerice otkucaji srca, brzina, povećanje fleksibilnosti, kretanje tjelesne težine i prehrambene navike rekreativnog sportaša. Tehnologija primijenjena u svrhu sportske rekreacije koja će se detaljnije objasniti i opisati su pametni satovi i HRM monitor pulsa.

### 5.2.1. Pametni sat (smart watch)

Pametni sat (engl. *smart watch*) s vremenom je postao jedan od najčešćih alata rekreativnih sportaša, ali i brojnih drugih ljudi koji su počeli voditi brigu o svom zdravlju i fizičkoj kondiciji. Pametni sat može se usporediti s brojnim drugim, prenosivim tehnologijama kao što je pametni telefon ili prijenosno računalo. U pametni sat ugrađen je niz različitih tehnologija kao što su kalkulator, barometar, kompas, kronograf, GPS sustav, mikrofon, zvučnik i vizualno, grafičko sučelje koje omogućava povezanost s pametnim uređajem na koji je povezan (<https://hr.about-meaning.com/11038183-meaning-of-smartwatch>, 18. svibnja 2022.). *Smart watch* ili pametni sat ima vrlo značajnu ulogu u sportskoj rekreaciji, kretanju i zdravijem načinu života. S obzirom na današnji sjedilački način života, pametni sat može služiti kao svojevrsni podsjetnik na kretanje i vježbanje. Brojni se poslovi u današnje vrijeme svode na predugo sjedenje pa ovaj sat može biti odličan ako ćemo se njime koristiti kao alatom za vježbanje. Također, još jedna odlična uloga u vezi sa sportskim načinom života je to što upotreba pametnog sata može utjecati na smanjenu upotrebu pametnog telefona. Dodatna prednost pametnih satova u vezi sa sportskom rekreacijom je u tome što satovi pomažu u praćenju važnih pokazatelja poput otkucaja srca, unosa vode, tlaka i trajanja vježbanja. Pametni satovi vrlo su praktični, povezani s mobitelom, a bitno je i trajanje ugrađene baterije i preciznost podataka koji se prikazuju na ekranu. Kako su potrošači i potencijalni kupci postali sve više zainteresirani za pametne satove, tako je rasla njihova ponuda te su se oni mijenjali najčešće u korist potrošača, odnosno rekreativnih sportaša. Promjena pametnih satova odnosi se na tehnološke karakteristike i na dizajn samih satova. Važno je to da se pametni satovi mogu povezati s drugim uređajima koji se upotrebljavaju u sportskoj rekreaciji. Odrađivanje treninga ili bilo koje vrste aktivnosti je

mного jednostavnije uz pametni sat s obzirom na to da se pritom ne mora nositi mobitel ni bilo koji drugi sličan uređaj koji je mnogo manje praktičan tijekom neometanog izvođenja aktivnosti. Upotrebom pametnog sata moguće je postići značajnije rezultate prilikom kretanja u sportski način života te se kasnije s praćenjem rezultata može puno postići u unaprjeđenju vježbanja. Također, sportski rekreativci koji su ujedno i veliki potrošači i konzumenti sportske opreme i dodataka najčešće žele što veću komociju i praktičnost, a uz to maksimalnu točnost uređaja koje upotrebljavaju. Pametni satovi čine dobar spoj i ispunjenje takvih potreba, a dobro je to što se preko pametnih satova može reproducirati glazba i programi za vježbanje preko slušalica. Tako da je moguće pratiti razne programe za vježbanje uz pametne satove. Ono što je najčešće bitno za pojedince koji su rekreativni sportaši je da i dalje mogu pratiti razne bitne vijesti i dobivati poruke i pozive. Za brojne ljude danas dolazi do isprepletanja poslovnog i privatnog života, a brojni ljudi sve češće i sve duže borave na poslu. Pametni satovi mogu služiti kao posebni pomoćni uređaji kojim bi se moglo pomoći u tome da ljudi manje ostaju na radnom mjestu, uz manji broj prekovremenih, ali da i dalje ostaju u tijeku događaja te da u slučaju potrebe reaguju. O važnosti pametnih satova dovoljno govori i činjenica da niz proizvođača stolnih i prijenosnih računala, mobilnih uređaja i slično ulaže u razvoj pametnih satova da bi ostali konkurentni u odnosu na ostalu ponudu.

### 5.2.2. HRM

HRM (*engl. heart rate monitor*) je sportski dodatak koji se upotrebljava kao monitor za otkucaje srca i odličan je prilikom praćenja broja kalorija i intenziteta vježbi. Treba istaknuti da se ovaj pojas može pronaći u različitim oblicima poput uređaja za podlaktice, ušne školjke i različitih drugih senzora koji se mogu montirati na različite dijelove tijela. Najčešće dolazi u obliku pojasa koji se stavlja neposredno ispod prsa, odnosno ispod srca. Mjerač brzine otkucaja srca može biti povezan s vanjskim uređajem. Takve pojaseve upotrebljavaju i profesionalni sportaši te sportaši koji treniraju jednostavno ili su tek u samim počecima. Ovaj pojas primjenjuje specifičnu tehnologiju. Funkcionira tako da mjeri otkucaje srca sportaša koji bi ih trebao držati u određenim granicama. Gornji prag izračunava se specijalnom metodom gdje se od broja dvjesto dvadeset oduzima dob osobe. To je dakle najviša granica otkucaja koju bi pojas prilikom aktivnosti trebao pokazivati. Svaka aktivnost predstavlja različitu vrstu opterećenja i sukladno tomu trebala bi se pokazivati i specifična razina otkucaja srca. Prednost ovakvog



pojasa u odnosu na primjerice pametne satove je to što je vrlo precizan i točan u vezi s otkucavanjem srca. Naravno, ovaj pojas nije višenamjenski uređaj, nego je namijenjen za tu specifičnu stvar, odnosno mjerenje otkucaja srca, iz čega se iscrivaju potrošene kalorije i vrijeme provedeno u svakoj zoni. Monitori za praćenje otkucaja srca imaju mnoge karakteristike, a jedan od zanimljivih parametara koji se mogu mjeriti je duljina koraka, omjer vertikalne oscilacije i potrošnja kalorija. Također, monitor za praćenje otkucaja srca može se povezati s drugim dodacima, prije svega pametnim satom i pametnim telefonom te je vrlo praktičan i korisnički kvalitetan za povezanost s brojnim aplikacijama namijenjenima sportu. Ono što je uglavnom važno sportašima, a posebice trkačima i biciklistima koji najčešće upotrebljavaju ovakve dodatke je zapravo navigacijski sustav koji ih usmjerava prilikom trčanja. Aerobne aktivnosti poput trčanja i biciklizma posebice su povoljne za ovakve uređaje jer ne stvaraju dodatne fizička opterećenja, ne smetaju prilikom velikih napora i promjena smjera te su zapravo dio standardne odjeće. Postoje vodootporni pojasevi koji se mogu upotrijebiti tijekom plivanja. Pojasevi mogu utjecati na poboljšanje tehnike trčanja koja u konačnici utječe na rezultate sportaša. Rekreativni sportaši mogu profitirati uz tako precizne mjerne uređaje te podacima koji se njihovom upotrebom dobivaju. Ako uzmemo na primjer sportaša rekreativca, trkača koji želi moći trčati više, brže ili dulje, ovaj pojas će mu konstantno pokazivati ciljnu zonu ili okvir unutar kojeg će se trebati nalaziti otkucaji srca tijekom izvođenja aktivnosti. Kako je došlo do razvijanja ove tehnologije, dogodilo se i da se pojavio vrlo veliki broj sličnih uređaja koje su počeli kupovati zainteresirani kupci. Proizvođači mjerača otkucaja srca usredotočili su se na povećanje kapaciteta baterije i preciziranje podataka koje daju uređaji. S vremenom se razvijao sve veći broj različitih oblika uređaja za mjerenje otkucaja srca.

## 6. TEHNOLOGIJA KOJA SE KORISTI U AKTIVNOSTIMA NAKON TRENINGA

Svaki sportaš se treba koncentrirati na oporavak jednako kao i na ostatak trenažnog procesa. Prilikom snažnih napora i dugotrajnih treninga sportaši se često susreću s ozljedama, osjećajem umora te raznim drugim problemima koji mogu komplicirati daljnje treninge i prisustvo na natjecanjima. Aktivnosti nakon treninga su šarolike, a odnose se na fizički i mentalni odmor, prehrambene navike sportaša i procese obnavljanja. Umor i osjećaj umora predstavljaju obrambenu reakciju kojom se organizam štiti za proces obnavljanja i daljnje povećanje funkcionalnih mogućnosti te daljnje radne sposobnosti organizma (Petković, Bjelica, Popović, Tanase, 2014). Umor utječe na funkcionalne mogućnosti i radnu sposobnost organizma jer njihova aktivnost izaziva posljedice (Petković, Bjelica, Popović, Tanase, 2014). Većina sportaša osjeća takozvanu mišićnu bol koja će utjecati i na psihičko stanje poput smanjene koncentracije te pada motivacije. Današnji profesionalni sport uključuje veliki niz natjecanja, treninga, pripremnih perioda te turnira koji su postavljeni pred svakog sportaša tijekom cijele sezone. Ukoliko se sportaši ne oporavljaju dovoljno brzo to će utjecati na njihovu kvalitetu i mogućnost odgovora na postavljene zahtjeve, a posljedično i pad rezultata u odnosu na konkurenciju koja to radi brže i bolje. Odmor utječe na povećanje anaboličke razmjene i sintezu bjelančevina te dolazi do funkcionalnog i morfološkog obnavljanja organizma koji utječu na povećanje radne sposobnosti (Petković, Bjelica, Popović, Tanase, 2014). Oporavak je jednako važan za sportaše koji se rekreativno bave raznim aktivnostima jer im pomaže u boljem osjećaju i regeneraciji za daljnje aktivnosti. Rekreativni sportaši se moraju fokusirati na odmor i oporavak kako bi mogli neometano obavljati sve ostale stavke iz profesionalnog i privatnog života. Osjećaj umora ne mora biti nužno negativan, ali ga je potrebno razumjeti i uvidjeti u kojoj količini se organizam umara nakon specifičnih aktivnosti. Simptomi umora su sljedeći:

1. mišićna oštećenja,
2. prazne glikogenske rezerve,
3. dehidracija i
4. mentalna iscrpljenost (Calleja- González, Mielgo-Ayuso, Ostojić, Jones, Marques-Jiménez, Caparros, Terrados, 2019).

Jedan od najvažnijih supstrata u ljudskom tijelu su mišićni glikogeni koji služe za proizvodnju energije te njihovo intenzivno padanje može utjecati na pojavu različitih mišićnih oštećenja te pojave smanjene sposobnosti. Glikogenske rezerve je vrlo teško nadomjestiti, ali često zbog potreba sporta dolazi do njihovog ekstremnog pada. Profesionalni sport u moderno doba predstavlja iznimnu količinu napora koji dovodi u pitanje mogućnost nadomještanja glikogenskih rezervi i oporavka. Upravo se iz tog razloga pojavljuju brojne metode za nadomještanje razine mišićnog glikogena te izbjegavanje bilo kakve vrste mišićnog oštećenja do kojeg može doći zbog mentalne i fizičke iscrpljenosti. Dehidracija se definira kao prekomjerni gubitak tjelesne tekućine koja može ovisiti i o klimatskim te atmosferskim uvjetima poput vlažnosti zraka, vjetra, temperature. Posljedice dehidracije mogu biti uistinu problematične, a mogu uzrokovati toplinski udar, zatajenje bubrega i rambdomiolize (Calleja-González, Mielgo-Ayuso, Ostojić, Jones, Marques- Jiménez, Caparros, Terrados, 2019). Najjednostavniji način za kontrolu i ispitivanje dehidracije je vaganje sportaša prije i nakon napora te se može utvrditi kakvi su gubici nastali u međuvremenu. Mentalna ili psihička iscrpljenost nastaje zbog toga što sportska natjecanja iziskuju konstantno rješavanje kognitivnih problema, donošenje odluka i visoku razinu koncentracije (Calleja- González, Mielgo-Ayuso, Ostojić, Jones, Marques- Jiménez, Caparros, Terrados, 2019). Tijekom utakmice sportaši moraju biti spremni na razne izazove što ga s vremenom može izmoriti, a to u konačnici može utjecati na ishod utakmice i cijelog natjecanja. To posebice može doći do izražaja kada sportaši imaju naporniji raspored s većim brojem treninga i utakmica. Na psihološke komponente mogu utjecati i razni vanjski faktori poput publike ili navijača te trenera i stručnog osoblja, ali naravno i privatni život svakog sportaša. S obzirom na sve navedene komponente jasn je kako su aktivnosti nakon treninga jednako važne kao i aktivnosti za vrijeme treninga. Dehidracija, mentalna i fizička iscrpljenost te pražnjenje glikogenskih rezervi može značajno utjecati na kumulaciju umora i stvaranje raznih ozljeda. Aktivnosti nakon trenнга su sportu jedan od načina ostvarivanja konkurentne prednosti s obzirom da je najvažnije stvoriti što manji period oporavka između dvije utakmice, dva turnira ili natjecanja. Upravo se iz tog razloga velika pažnja posvećuje oporavku i stvaranju različitih sredstava koje mogu pomoći u oporavku i obavljanju fizikalne terapije. Oporavak sportaša je postao dio pripreme sportaša, a fizikalna terapija uključuje prevenciju, liječenje i rehabilitaciju sportaša. Tehnologije koje se koriste prilikom oporavka i fizikalne rehabilitacije odnose se na utjecaj na mišiće te razbijanje ili uništavanje štetnih dijelova poput mliječne kiseline koja se akumulira u vrlo velikoj količini prilikom velikih napora kakvima podliježu današnji sportaši. Sportaši su vrlo zahtjevna ciljna

skupina koja treba individualan pristup u oporavku i fizikalnoj terapiji što je današnja tehnologija omogućila. U tu svrhu razvile su se brojne komore s niskim temperaturama te uređaji koji koriste elektrostimulacije i lasere kako bi se utvrdili problemi na koje je sportaš naišao i ispravnu metodu oporavka i terapije. Oporavak i fizikalna terapija su isprepleteni procesi koji se zajedno koriste u pripremi sportaša te su upravo iz tog razloga tehnologije povezane i vrlo slične.

## 6.1. Oporavak sportaša

Moderni sport često je povezan s probijanjem različitih granica, a vrhunski sportaši su postali svjesni koliko je potrebno ulaganja u razvoj i oporavak vlastitog tijela. S obzirom na sve veći broj natjecanja koja prolaze, postalo je jasno da će oporavak postati ključna stvar koja će utjecati na mogućnost izdržavanja tolikih postavljenih napora i postavljanja novih rezultata. Uzmimo u obzir da je postavljanje zavidnih rezultata ključna stvar u karijeri svakog sportaša. Međutim, tijelo ima svoje granice, i psihičke i fizičke, koje se probijaju svakodnevnim treniranjem i stvaranjem boljih performansi. Primjerice, pojedini španjolski igrači su u sezoni 2009./2010. odigrali u prosjeku sedamdeset utakmica (Nedelec i sur., 2012.). Kod takvih napornih sezona sportašu je najviše potrebno vraćanje sposobnosti nakon utakmica, sprječavanje ozljeda i smanjenje osjećaja umora, što je nekad uistinu zahtjevno i teško (Calleja-González, Mielgo-Ayuso, Ostojić, Jones, Marques-Jiménez, Caparros, Terrados, 2019.).

Važno je istaknuti da je umor zapravo prirodna reakcija organizma koji se tako štiti od potencijalnih problema koji mogu nastati kao njegova posljedica. Pojam oporavka zapravo je pojam koji određuje razdoblje od završetka rada do ponovljenog uspostavljanja funkcije organizma na razini koja je bila prisutna prije opterećenja. Naravno, brzina i mogućnost oporavka ovisi o tome kakav je bio napor te o drugim psihofizičkim mogućnostima samog sportaša. Kod oporavka je bitno istaknuti da postoji dugoročni i kratkoročni oblik oporavka. Kratkoročni oporavak je onaj koji se odnosi na oporavak nedugo nakon samog napora, a dugoročni je zapravo onaj koji traje satima iza oporavka. Oporavak ovisi o tome koliko je trajao trening ili opterećenje tijekom utakmice, o kakvim se vježbama radi, koliko su puta bile ponovljene, kakav je intenzitet i način vježbanja. Postoji nekoliko različitih vrsta i metoda oporavka koji ovise o trajanju, metodi primjene i sadržaju, a to su:

1. Primarne metode (socijalni status, režim života i prehrana)
2. Metode psihološke pripreme (autogeni trening, motivacijske tehnike i relaksacijske tehnike)
3. Bio-medicinske metode (Milanović, 1997.).

Jasno je da je svaka od navedenih metoda vrlo važna za proces oporavka, a njihova povezanost zapravo će utjecati na uspjeh oporavka i ponovnih uspjeha svakog sportaša. Upravo je iz tog rezultata razvijen veliki broj metoda koji će pomoći sportašu tijekom oporavka. Kada je riječ o fizikalnim sredstvima, tehničkim sredstvima i prehrani, tu je tehnologija zauzela vrlo bitnu ulogu s obzirom na to da je došlo do stvaranja različitog broja uređaja koji pomažu sportašima i stručnog osoblju u provođenju procesa oporavka. Pod fizikalnim sredstvima ubrajaju se pomagala u provođenju rehabilitacije, liječenja te, kao i termoterapija, različiti oblici tretmana poput masaža i hidroterapija. Utjecaj topline i vode na oporavak sportaša pozitivno utječe na tijelo i daljnju pripremu, a u tome su pomogle razne tehnologije. Kriokomora radi pomoću posebno dizajniranih kada i radiofrekvencijskih uređaja.

Tijekom oporavka postoji nekoliko različitih karakteristika koje se pojavljuju kada se organizam obnavlja, odnosno vraća funkcije, a to su:

1. Različita količina vremena koja je potrebna kako bi se tijelo vratilo u željeno stanje
2. Neravnomjernost s obzirom na to da se tijelo u početku može obnoviti nešto brže, a da pritom intenzitet oporavka postane sporiji
3. Dob sportaša može biti ključni čimbenik mogućnosti oporavka
4. Nepotpunost oporavka zbog čega se mora presložiti raspored i promijeniti način treniranja
5. Kriteriji spremnost za ponavljajući rad ili vrijeme oporavka funkcija organizma koje se najkasnije normaliziraju (Vasović, 2004.).

Svaki sportaš ispravnim ponavljanjem vježbi i pokreta utječe na stvaranje boljih mogućnosti oporavka. U današnjem sportu postoje toliko veliki zahtjevi u vezi s brojem natjecanja i volumena trenajnog rada da se nerijetko čuju riječi stručnjaka koji se pitaju gdje su granice organizma i modernog sporta. Ako sportaši žele biti uspješni u onome što rade, umor je neizbježna stvar pa su pronađene razne metode oporavka sportaša koji će im pomoći u povratku mogućnosti i sposobnosti. Ono što svakako treba spomenuti je prehrana sportaša koja je

neizostavan vid oporavka. Danas je gotovo nemoguće uspjeti u vrhunskom sportu bez pridržavanja prehrane. Rekreativni sportaši također trebaju ulagati napore u pridržavanje posebnog jelovnika i različitih oblika prehrane koji su im prilagođeni kako bi mogli izdržati postavljene napore. Jasno je da istu prehranu ne mogu imati profesionalni i rekreativni sportaši, a isto tako je logično da se prehrana treba uspostaviti drugačije kod ultramaratonaca, sprintera, plivača, nogometaša, odbojkaša i na primjer boksača. U uspostavljanju prehrambenih navika također se primjenjuje tehnologija u pronalaženju idealnih prehrambenih navika. Svaki je sportaš individualac koji prije stvaranja planova prehrane treba proći kroz testove i ispitivanja da bi se uspostavio najbolji mogući plan prema njegovim performansama, ali i potrebama sporta kojima se bavi. Da bi korisnicima bilo lakše, primjenjuje se računalna tehnologija koja je pomogla u stvaranju brojnih aplikacija i programa koji mogu pomoći ponajviše rekreativnim sportašima koji, uz sve druge svakodnevne obaveze, mogu pratiti svoje rezultate. Takve aplikacije i programi vrlo su jednostavni za upotrebu, a s obzirom na to da se brojni sportaši susreću s problemima i praćenju prehrane, ovo im može pomoći tijekom toga. Tako tehnologija pomaže u unaprjeđivanju sportskih rezultata i mogućnosti i profesionalnih i rekreativnih sportaša. Sve metode kod kojih je uključena velika uloga tehnologije opisan će se u nastavku, a pomažu u oporavku i provođenju fizikalne terapije sportaša. Te metode odnose se na oporavak sportaša, a u njihovu konstruiranju i upotrebi primjenjuju se brojne različite tehnologije.

### **6.1.1. Kriokome (*Ice chambers*)**

Jedna od najrazvijenijih metoda kojoj se posvećuje sve više pažnje je krioterapija, odnosno medicinski tretman sve češće primjenjivan u svrhe sportske medicine (Lombardi, Ziemann, Banfi, 2017.). Tretman je zapravo preventivna metoda za upalna stanja mišića i kostiju sportaša koji dolaze kao posljedica vježbanja i trenažnih procesa, a očituju se kao bol, grčenje mišića i oticanje pojedinih dijelova tijela koji su bili pod opterećenjem (Lombardi, Ziemann, Banfi, 2017.). U medicinskim i sportskim krugovima već se niz godina primjenjuju dobrobiti vode u trenažne, prehrambene, ali i terapijske svrhe (Lombardi, Ziemann, Banfi, 2017.). Krioterapija funkcionira na principu primjene izrazito hladnog i suhog zraka čija se temperatura kreće između -120 i -140 Celzijevih stupnjeva u kratkom trajanju od svega nekoliko minuta (Banfi i sur., 2010.). Cilj je izazivanje promjene u oksigenaciji tkiva. Ovom metodom treba početi odmah nakon same aktivnosti jer se tada odvija povišena koncentracija protuupalnog citokina

IL-10 u krvi te smanjene koncentracije upalnog citokina IL-2 i kemocina IL-8 (Banfi i sur., 2010.). Prednost krioterapije vidljiva je samo nakon njezine redovite primjene jer se tako značajno smanjuje koncentracija kreatin kinaze u krvi (Banfi i sur., 2009.). Upravo zato se krioterapija sve češće primjenjuje nakon napornih treninga i utakmica. Cijena ovakvih komora vrlo je visoka jer je ipak riječ o relativno novoj metodi koja je sve popularnija kod sportaša.

**Slika 4.** Kriokomora



Izvor: <https://cryomedpro.com/hr/cryomed-mini/>, 20.svibanj, 2022.

Krioterapija je lokalno liječenje hladnoćom čime se postiže smanjenje mišićne napetosti, pojačan dotok krvi, ublaženje raznih bolova, smirenje upalnih procesa i edema (<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=33980>, 20. svibnja 2022.). Na Slici 4. prikazana je komora kojom se provodi krioterapija. Kriokomora je posljednjih nekoliko godina iznimno zastupljena, a ovakvim uređajima počeo se koristiti sve veći broj sportaša koji su u iznimnoj fizičkoj kondiciji kako bi se izbjegle loše reakcije tijela na promjene temperature. Primjenjuje se u rehabilitaciji i fizikalnoj terapiji, a korisnici iste moraju imati visoku razinu zdravlja, odnosno ne smiju imati nikakvih teškoća sa srcem, krvožilnim sustavom i tlakom jer bi to moglo izazvati kontraindikacije.

### 6.1.2. Hipoksične komore (*Hypoxic chambers*)

Hipoksija je pomanjkanje kisika u stanicama organizma, a uzrok je raskorak između stanične potrebe za kisikom te mogućnosti dopreme kisika u dovoljnim količinama kako bi se mogli iskoristiti u stanici (<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=25676>, 21. svibnja 2022.). Smanjenje količine kisika u krvi može utjecati na stvaranje boljih performansi kod sportaša jer se time automatski povećava količina eritrocita u krvi koji zapravo dopremaju kisik u mišiće sportaša pa je to dobro radi poboljšanja izdržljivosti. To je u modernom sportu od ključne važnosti s obzirom na vrlo zahtjevne i teške rasporede. Svrha liječenja ovog stanja je stvaranje i osiguravanje dovoljne količine kisika (<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=25676>, 21. svibnja 2022.). Zbog takvih potreba došlo je do mjerenja koncentracije kisika kako bi se testirala mogućnost održavanja komora te je tako došlo do njihovih stvaranja. Specifično je to da se prepoznala važnost i benefiti treniranja na velikim visinama, ali to nije moguće u određenim trenucima. Upravo u tom trenutku počele su se razvijati i stvarati ovakve komore koje se upotrebljavaju tijekom treninga imitirajući visinske uvjete. To se naziva hipoksičnim treningom koji uključuje život, disanje i vježbanje na takvom zraku u svrhu poboljšanja sportskih priprema i performansi. Treniranje u takvim uvjetima je jedan od načina oporavka sportaša jer u isto vrijeme obnavlja tijelo zbog kvalitetnog i svježeg zraka, ali ga pritom priprema na sve zahtjevnije i ekstremnije uvjete. Hipoksične komore prvenstveno su se stvarale za vojsku i njihove pripreme te planinare. Komore se izrađuju od metalnog sustava s posebno dizajniranom izolacijom radi smještanja ventilatora. Kako bi se simulirali uvjeti na određenim visinama, postoje upravljački uvjeti s posebnom pločom i funkcionira putem aplikacije. Unutar komore nalazi se poseban ventilator s posebnim zidom gdje ulazi zrak. Isprekidano izlaganje hipoksiji je model treniranja u kojem sportaši žive u normalnim uvjetima na nižim nadmorskim visinama uz povremeno izlaganje hipoksiji, a može trajati od nekoliko sekundi do čak nekoliko tjedana (Millet, Roels, Schmitt, Woorons, 2010.). Hipoksiju kao oblik pripreme, ali i oporavka sportaša počeli su primjenjivati vrlo uspješni sportaši i vrhunske momčadi. Do stvaranja hipoksičnih komora došlo je 1996. godine te je od tada postao neizostavan način treniranja s najsuvremenijom i tehnološki najnaprednijom opremom (<https://hypoxico.eu/about-hypoxico>, 22. svibnja 2022.). Hipoksične komore primjenjuju se u svrhu oporavka sportaša, a najčešće se njome koriste ultramaratonci i planinari jer je izdržljivost prva i najvažnija stavka u njihovim priprema i prilikom njihovih natjecanja. Danas su hipoksične komore nezaobilazne u pripremi vrhunskih sportaša, a



određenim mogućnostima ovakvih treninga koriste se i rekreativni sportaši kako bi se upoznali s različitim vrstama treninga i oporavka. Ovakve komore utječu na stvaranje veće količine kisika, što u konačnici poboljšava i ubrzava oporavak zbog bržeg metabolizma i pretvorbe tvari.

### 6.1.3. Hiperbarična komore (*Hyperoxic chambers*)

Ovakve vrste komora vrlo se često primjenjuju u medicini i rehabilitaciji pacijenata. Hiperbarična komora izrađena je tako da može podnijeti tlačenje i u njoj se može disati kisik pod tlakom koji je veći od tlaka na razini mora, to jest omogućava se boravak ljudima u sredini povišenog tlaka u odnosu na atmosferski tlak (Jain, 2010.). Tehnologija funkcionira na principu vakuuma tako da se krv iz područja s relativno visokim tlakom pod vakuumom ulijeva u područje nižeg tlaka što automatski poboljšava cirkulaciju donjih ekstremiteta korisnika komore. To u konačnici rezultira povećanjem venske cirkulacije, boljim protokom kisika, izgradnjom većeg tonusa i povećanog lučenja hormona endorfina. Za izgradnju ovog tehnološki naprednog aparata upotrebljavaju se uglavnom aluminijski i čelik te naravno akrilno staklo za prozore. Postoji nekoliko različitih vrsta hiperbaričnih komora, a to su:

1. jednomjesne
2. višemjesne
3. ookretne ili prenosive
4. *walk-in* komore,
5. male hiperbarične komore za novorođenčad
6. komore za pokuse na životinjama
7. komore za uvježbavanje ronika (Jain, 2010.).

Jednomjesne komore funkcioniraju tako da se komora ispuni kisikom pod povišenim tlakom, što može funkcionirati tako da se događa neprekidno pročišćavanje za ravnomjeran protok kisika pri čemu se višak izbacuje i reciklira (Jain, 2010.). Ova je komora ekonomski vrlo isplativa, može se premještati i tako prilagođavati potrebama korisnika, a upotreba komore uglavnom je individualna. Višemjesne komore također se mogu premještati, udobne su i vrlo sigurne te se upravo zato najčešće upotrebljavaju za tretmane vojnika (Jain, 2010.). Sportaši se koriste dobrobitima komora ponajviše u svrhu oporavka. Naime, tijekom upotrebe komore tehnologija omogućava udisanje čistog kisika koji pomaže u bržem oporavku sportaša, kao i za

zacjeljivanje ozljeda i trauma koje dolaze kao posljedica napornih treninga. Kada dolazi do ozljede ili neke mikrotraume, sportaši trebaju pomoć u dotoku kisika u određeno područje s obzirom na to da je tamo vjerojatno nastala oteklina koja to onemogućava. Upravo zato je bitna upotreba komore koja ulazi u stanične membrane jer se pod prijenosom otapa. Tijekom napornih treninga i dugog trajanja sezone stvara se višak mliječne kiseline koju je potrebno izbaciti da ne bi ušla u mišiće. Istraživanja su pokazala da terapija hiperbaričnim kisikom u komori dovodi do smanjenja kreatinfosfokinaze (CPK), mioglobina (MB) i glutaminskog oksaloacetata transaminaze (GOT), što pospješuje oporavak mišića te se zato nakon treninga u rehabilitaciji nakon ozljeda kod profesionalnih sportaša (K.K.Jain, Textbook of Hyperbaric medicine, 2010.). Hiperbarična komora uspješno smanjuje bol i povećava obrtni moment, a isto tako smanjuju edem, patološke upale i dovodi do boljeg protoka kisika što su još neki od razloga za upotrebu hiperbarične komore (Moghadam, Hieda, Ramey, 2020.).

Problemi do kojih može doći prilikom upotrebe hiperbarične komore su trauma srednjeg uha, bol u čeljusti i/ili zubima, dekompresijske bolesti, kratkovidnost, katarakta, kisikova epilepsija i strah od zatvorenog prostora koji dolazi kao posljedica boravka u komori te je jedan od najčešćih problema nakon upotrebe (Jain, 2010.).

## 6.2. Fizikalna terapija

Fizikalna terapija također je jedan od procesa oporavka koji se primjenjuju i u profesionalnom i u rekreativnom sportu. Fizikalna terapija dio je medicine, a utječe na prevenciju, oporavak i potpunu rehabilitaciju, a može pomoći i u pronalaženju uzroka određenih stanja. Cilj fizikalne terapije jest povećanje funkcionalnosti, smanjenje bola, pružanje edukacije kako bi se u budućnosti smanjila takva ista stanja (Ulrich, P.F., Physical therapy benefits for back pain, 2014.). Upravo zato se uvelike naglašava važnost komunikacije između pacijenta i članova njegove obitelji i stručnog osoblja ili fizioterapeuta. Fizioterapija se bavi prepoznavanjem i povećavanjem mogućnosti pokreta unutar područja tretmana, rehabilitacije i prevencije te unaprjeđenja (<https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/o-struci/sto-je-fizikalna-terapija/>, 25. svibnja 2022.). Fizikalna terapija usluga je koju obavlja, vodi i nadgleda fizioterapeut te se sastoji od:

1. procjene

2. fizioterapeutske dijagnoze (utvrđivanja funkcionalnog statusa)
3. planiranja
4. intervencije
5. evaluacije (<https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/o-struci/sto-je-fizikalna-terapija/>, 25. svibnja 2022.).

Procjena je početni korak fizioterapeutskog postupka koji se sastoji od procjena posturalnih odnosa i držanja tijela, mišićnog i živčanog potencijala te kardiorespiratornog stanja (<https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/o-struci/sto-je-fizikalna-terapija/>, 25. svibnja 2022.). U tom postupku svoje mišljenje daje fizioterapeut koji može upotrebljavati razne uređaje stvorene na temelju tehnološkog napretka. Naime, pritom se upotrebljavaju razni medicinski uređaji poput magnetske rezonancije i radioloških pretraga koji pomažu u utvrđivanju stanja. Nakon procjene dolazi određivanja daljnje terapije pa se može reći da je izrada prave procjene vrlo bitan korak kako bi se odredila terapija u svrhu unaprjeđenja zdravlja, tretmana, rehabilitacije ili prevencije. Nakon procjene slijedi dijagnoza koju postavlja fizioterapeut te se može odnositi na nesposobnost, sindrome, oštećenja i funkcionalna ograničenja (<https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/o-struci/sto-je-fizikalna-terapija/>, 25. svibnja 2022.). Fizioterapeuti posvećuju posebnu pozornost planiranju kako bi mogli intervenirati i odlučiti je li određeni postupak koji se tiče ozljede u njihovoj nadležnosti ili bi u tom procesu trebali uključiti razmišljanja drugih stručnjaka. Pretposljednji korak je intervencija koja se uglavnom sastoji od primjene fizikalnih agensa, elektroterapijske i mehaničke procedure, vođenja dokumentacije, manualne terapije i funkcionalnog treninga (<https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/o-struci/sto-je-fizikalna-terapija/>, 25. svibnja 2022.).

Ovo je područje u kojem se primjenjuje tehnologija koja omogućava ili pomaže u fizioterapeutskim tretmanima. Na kraju procesa provodi se evaluacija ili vrednovanje koji se utvrđuju rezultati provedenog fizioterapeutskog tretmana.

U fizioterapiji se primjenjuju različite tehnologije koje imaju ulogu:

1. iznalaženja najnovijih dokaza i povećavanja učinkovitosti fizioterapeutske prakse
2. cjeloživotnom učenju
3. racionalizaciji dokumentacije
4. marketingu

5. dostupnosti fizioterapije
6. boljoj kontroli i praćenju procesa fizioterapije upotrebom različitih senzora i uređaja
7. učinkovitijem upravljanju resursima (Jurinić, Benko, 2016.).

Brojne tehnologije koje se primjenjuju za provođenje fizioterapije su zapravo laseri, elektrostimulacije i elektromagneta koji se primjenjuju već niz godina te su pri pojavljivanju predstavljali pravu revoluciju. Međutim, uz to treba napomenuti da se u fizioterapiji primjenjuju bionički i robotički sustavi, sustavi virtualne stvarnosti i društvene mreže, različiti prijenosni sustav, mobilna tehnologija, fizioterapijske aplikacije, adaptivne tehnologije i telerehabilitacija (Jurinić, Benko, 2016.). Društvene mreže i mobilne aplikacije nezaobilazan su dio svake industrije, a isto se može primijeniti i u fizioterapiji u obliku brojnih aplikacija koje su primjenjive za sportaše profesionalce i rekreativce u trenucima provođenja fizikalnih terapija. Posebno treba istaknuti da su te aplikacije dobre za rekreativne sportaše koji ne mogu posvetiti cijeli dan oporavku, a funkcioniraju kao podrška pacijentima u kućnim programima vježbanja (Jurinić, Benko, 2016.). Prijenosni senzorni sustavi često su namijenjeni boravku sportaša izvan bolnice da bi se pratio njegov napredak (Jurinić, Benko, 2016.). Društvene mreže omogućavaju komunikaciju između korisnika te kako bi dali kvalitetne informacije o fizioterapijskoj znanosti i pojedinim postupcima koji se primjenjuju prilikom kontakta sa sportašima (Jurinić, Benko, 2016.). Takve društvene mreže mogu pomoći i u marketingu i oglašavanju rada pojedinih fizioterapeuta koji se odluče tako promovirati. Robotički sustavi pomažu tako da zamjenjuju pokret i smanjuju bol prilikom kretanja kada dođe do ozljede sportaša. Često se izbjegava duga upotreba zamjenskih sustava kod sportaša jer to utječe na loše kretanje i sporiji oporavak radi atrofije mišića. Telerehabilitacija je posljednji oblik primjena tehnologije kako bi se pružio rehabilitacijski tretman na daljinu što je bilo vrlo dobro u trenucima kada su kretanja na globalnoj razini zbog pandemije koronavirusa bila onemogućena (Jurinić, Benko, 2016.). Tada je došlo do posebnog naglašavanja značaja ovakvih tretmana i tehnologija koji se pritom primjenjuju, a bile su vrlo važne za ljude s ograničenjima, profesionalne i rekreativne sportaše. Pritom pacijentova udaljenost od zdravstvene ustanove nije važna jer se s pomoću telerehabilitacije zaobilazi ta barijera kao i problem prijevoza i nemogućnost upotrebe lokalnih servisa, a isto tako nadomješta se nedostatak eksperata iz područja fizioterapija na određenom geografskom prostoru (Jurinić, Benko, 2016.). U takvim procesima sportaši su mogli imati jednako brzu reakciju i ne stvarati dodatne probleme. Fizioterapija je zapravo aktivnosti nakon treninga, a primjena tehnologije u ovom području je uvelike prisutna već niz godina.

Fizioterapijska tehnologija snažno utječe na organizaciju procesa fizioterapije, a može se reći da je u posljednje vrijeme poput drugih industrija također pod utjecajem komunikacijske i informacijske tehnologije.

### 6.2.1. Elektrostimulacije

Elektrostimulacija mišića je terapijski postupak u kojem se primjenjuje niskofrekventni elektroterapijski postupak do 100 Hz, odnosno primjenjuje se električna stimulacija kako bi se stimulirali i aktivirali mišići. Ovo je jedan od često primjenjivanih terapijskih postupaka kojima se ne smiju koristiti ljudi s kožnim oboljenjima, poremećajima u radu srca, s umetnutim stranim metalnim tijelom u području postavljanja elektrostimulacije, ljudi s krvarenjem i trudnice (Jajić, Turk, Matejčić Aljoša, Demarin, 2008.). Postoji nekoliko vrsta elektrostimulacijskih postupaka, a to su:

1. elektroneurostimulacija
2. funkcionalna električna stimulacija
3. elektrostimulacija mišića (elektrogimnastika)
4. transkutana električna stimulacija (Jajić, Turk, Matejčić Aljoša, Demarin, 2008.).

Elektrostimulacije se provodi s ciljem poboljšanja rada mišića te otklanjanja bola, što je vrlo bitno za profesionalne, ali i rekreativne sportaše kojima to može pomoći u nastavku bavljenja aktivnošću te smanjenju vremena zastoja. Elektrostimulacija pomaže za povećanje mišićne snage, poboljšanje tonusa mišića, ubrzavanje zacjeljivanja rana i reedukacija mišića, što su veliki benefiti za svakog sportaša (Levine, Bockstahler, 2014.). Ovaj postupak može pomoći u povećanju mišićne mase, što rezultira ubrzavanjem metabolizma, a to indirektno utječe na gubitak kilograma, sagorijevanje ugljikohidrata i otapanje kalorija. Elektrostimulacija je po svojoj prirodi selektivna zato što se stimulira određeni mišić ili se vrši utjecaj na specifičan živac te je u tom postupku potrebno raditi pauze. Postoji nekoliko tehnika provođenja elektrostimulacija:

1. monopolarna tehnika – tehnika stimulacije mišića lica, stopala ili šake gdje se aktivna elektroda postavlja na motornu točku mišića koji se stimulira

2. bipolarna tehnika – primijenjena za stimulaciju velikih mišića koje je potrebno odmaknuti i selektirati baš onaj mišić koji je problematičan, a pritom se elektroda postavlja na mjesto ulaska motornog živca u mišić (Scribd, 27.5.2022.).

S provođenjem elektrostimulacijskih postupaka treba biti oprezan jer mogu uzrokovati razne kontraindikacije poput krvarenja, akutnih upala i problema sa srcem, a najčešće se događa da ljudi podvrgnuti ovoj vrsti terapije imaju osjećaj kao da su dobili upalu mišića. Tehnologija koja se primjenjuje prilikom provođenja postupka elektrostimulacije vrlo je jednostavna, a očituje se u tome da se postavljaju različite elektrode na specifične dijelove tijela preko kojih se stimulira mišićna reakcija, a tijekom jednog tretmana može se tretirati više različitih područja. Vrlo je važno da se moraju provoditi pauze koje su u pravilu duže od trajanja samog tretmana, a može se provoditi u skladu s ostalim terapijskim metodama. Za sportaše je velika prednost to što se elektrostimulacijskim postupkom može utjecati samo na jedan mišić te se u konačnici smanjiti njegova slabost zbog koje može dolaziti do krivih pokreta ili do slabosti. Isto tako, elektrostimulacijski postupak bitan je zbog tehnologije koja pomaže u sprječavanju gubitka tonusa mišića i njihove atrofije uslijed mirovanja, što zapravo predstavlja postupak za oporavak i bolju pripremu sportaša. Postavljenjem elektroda na točno određeno mjesto može se provoditi nekoliko različitih postupaka i tretmana, a uređaji se zahvaljujući naprednoj tehnologiji mogu upotrebljavati kod kuće, u specijaliziranim klinikama i, naravno, bolnicama. Postoje tretmani koji se odnose na upotrebu aparata koji aktiviraju jedan, točno određeni mišić te aparati koji djeluju tako da se obuhvaća grupa mišića. S vremenom su se stvorili aparati koji iz jedne velike grupe mišića mogu izdvojiti jedan manji mišić, što je vrlo bitno prilikom upotrebe u sportske svrhe. Na mjesto gdje se postavi elektroda zapravo se troši masno tkivo koje se pretvara u energiju za mišićni rad.

### **6.2.2. Elektromagnet**

Magnetoterapija se u medicini primjenjuje već više od tisuću godina, a sustavno se provodi i primjenjuje već više od sto godina. Terapija elektromagnetom je još jedna od mogućih tretmana fizikalne terapije koja može utjecati na različite biološke sustave. Terapija elektromagnetom utječe na aktivnost staničnih struktura ili elemenata neovisno o tipu stanice (Trock, 2000.). Elektromagnetska terapija najčešće se i najviše primjenjuje u slučajevima koštanih prijeloma jer je dokazano da ovakva terapija najbolje utječe na stvaranje i poboljšanje

mišićne mase, što je od posebnog značenja za sportaše (Ryaby, 1998.). Glavno područje djelovanja elektromagnetne terapije je:

1. povećanje energetskeg metabolizma
2. povećanje parcijalnog tlaka kisika i utilizacije
3. poboljšanje membranskog potencijala
4. poboljšanje cirkulacije
5. stabilizacija (Low, Reed, 2000.).

Magnetoterapija može imati snažne benefite u slučajevima svježih trauma, zglobnim bolestima i nesraslim frakturama (Babin, 2020.). Tehnologija koja se primjenjuje prilikom provođenja magnetoterapije funkcionira na principu magnetnog polja koji nastaje intermolekularnim kružnim strujanjem zbog brze promjene električnog polja. Ono što je specifično kod provođenja ove terapije je da nije vremenski definirana. Sama primjena terapije može trajati od nekoliko minuta do više sati, a također je bitno uzeti u obzir provođenje pauza. Treba istaknuti da je provođenje magnetoterapije potencijalno opasno jer može izazvati različite alergije, malignome te čak i depresiju. Iako je nerijetko terapija magnetom unaprijed postavljena na aparatima te je iz tog razloga potrebno personalizirati tretman tako da se utvrdi stanje pacijenta te se sukladno tomu radi poseban program za svakoga pojedinačno, a terapija treba biti dozirana. Terapija se može primjenjivati upotrebom niskofrekventnih aparata i visokofrekventnih aparata. Niskofrekventni aparati upotrebljavaju se u terapiji tijekom akutne faze uz manje intenzitete i frekvencije uz trajanje do deset minuta, dok se u kroničnoj fazi mogu primjenjivati veći intenziteti i frekvencije uz trajanje do dvadeset minuta (Domljan i sur., 2003.) Niskofrekventni aparati upotrebljavaju se u terapiji tijekom akutne faze uz manje intenzitete i frekvencije te trajanje do petnaest minuta dok se u kroničnoj fazi može primjenjivati veći intenziteti te frekvencije uz trajanje do trideset minuta (Domljan i sur., 2003.). Učinci provođenja terapije magnetom su:

1. miorelaksacijski i spazmolitički
2. vazodilatacijski
3. antiflogistički
4. antiedematozni
5. trofički
6. analgetski (Čurković, 2004.).

Miorelaksacijski i spazmolitički učinak zapravo se odnosi na poboljšanu cirkulaciju u području koji se tretira magnetom, a do toga dolazi zbog reapsorpcije acidoznih metabolita koji uzrokuju iritaciju i bol (Čurković, 2004.). Vazodilatacijski učinak zapravo je uzrokovan istjecanjem kalcijevih iona, što rezultira relaksacijom tonusa stijenki krvnih žila u mišićima (Čurković, 2004.). Antiflogistički učinak povećava vrstu leukocita, dok antidematozni predstavlja ubrzanje cijeljenja, kao i poboljšanje krvne cirkulacije. Jasno je da je ovo profesionalnim i rekreativnim sportašima neophodno tijekom treniranja i sudjelovanja na natjecanjima. Trofički učinak znači ubrzavanje cijeljenja skeleta i mekog tkiva jer dolazi do ubrzanja metaboličkog lanca radi kvalitetnije cirkulacije u tretiranom području i iritacije citoplazmatskih membrana (Čurković, 2004.). Naravno, jedan od glavnih učinaka koji ima za cilj svaki terapijski tretman je analgetsko djelovanje koje se javlja radi povećanja sekrecije endogenih opioida. Magnetno polje djeluje termički povećanom temperaturom u cijelom tijelu, što pomaže u izbacivanju viška tvari, a to je bitno za poboljšanje i ubrzanje oporavka. Sportaši su danas podvrgnuti brojnim tretmanima pa tako primjenjuju i magnetoterapiju. Provođenje terapije magnetom pomaže u zacjeljivanju rana i provođenju oporavka, a ima smirujući učinak na tijelo u odnosu na neke druge terapije poput terapije valom ili elektroterapija.

### 6.2.3. Laser

Terapija laserom niskog, ali i visokog intenziteta vrlo se često primjenjuje u fizikalnoj rehabilitaciji. Upotreba lasera u medicini počela je šezdesetih godina dvadesetog stoljeća (Prouzda, Prochazka, 2013.). Riječ laser skraćenica je od engleskih riječi *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Laser je tehnologija koja se primjenjuje tako da s pomoću stimulirane emisije zračenja dolazi do pojačanja svjetlosti. U fizikalnoj medicini uglavnom se upotrebljavaju laseri male snage između 10 do 500 mW. Njihovo doziranje ovisi o izlaznoj snazi lasera (mW), vremenskom izlaganju svjetlosnoj energiji (s) i površini svjetlosnoga snopa lasera (cm<sup>2</sup>). ([Cold Laser Therapy Tendon \(robertsonfamilychiro.com\)](http://robertsonfamilychiro.com), 30. svibnja 2022.). Laseri su prepoznatljivi kao snopovi koherentne monokromatske svjetlosti uglavnom vrlo vidljive crvene ili ultraljubičaste boje. Laseroterapijska metoda je terapijski postupak tijekom kojeg laseri male snage odašilju svjetlosno elektromagnetsko značenje, što dovodi do biostimulacije. U vrijeme primjene fizikalne terapije s pomoću lasera dolazi do promjene brzine provodljivosti živaca i do zarastanja dolazi zbog aktivacije sinteze DNK-a. Isto tako, laser se primjenjuje kao metoda smanjenja upala, što je veliki benefit za brojne sportaše kojima to



smanjuje vrijeme oporavka. Primjena lasera uglavnom se odvija zajedno s elektroterapijom i magnetoterapijom, a treba se odvijati neko vrijeme kako bi se pokazali učinci. Najveća zanimljivost je to da tijekom provođenja terapije laserom dolazi do reakcije kada se blago pogoršavaju simptomi, što je zapravo pozitivan pokazatelj s obzirom na da to prikazuje adekvatnu primjenu terapije.

Terapija se uglavnom primjenjuje kos stanja nakon ozljeda, zglobnih bolesti, prijeloma kostiju i neuralgije te naravno degenerativnog reumatizma (Jajić i Jajić, 2008.). Cilj primjene lasera je smanjenje bola i edema, smanjenje upala i stvaranje ožiljnog tkiva, a ne smije se primjenjivati u slučaju trudnoće, epilepsije, u zonama rasta kostiju, u slučajevima sklonosti krvarenju, primjenom u području maternice, tumora i u području očiju i štitnih žlijezda.

Uz to, postoje laseri visokog intenziteta u invazivnoj medicini koji imaju biomodulirajući i analgetski učinak koji je jače izražen nego kod lasera niskog intenziteta, a vrlo pozitivna je činjenica o da se može upotrijebiti veća terapijska doza uz jednaku duljinu primjene terapije (Prouzda, Prochazka, 2013.). Laseri velike snage (HILT – *High Intensity Laser Therapy*) temeljena je na nestabilnosti elektrona koja je dovedena na višu razinu (Schnurrer, Vrbanić, Ćurković, 2012.). Laseri visokog intenziteta počinju se upotrebljavati krajem prošlog stoljeća, a njihova je snaga 3 kW, odnosno 3000 W (Prouzda, Prochazka, 2013.). Ova tehnologija funkcionira na principu sinteze kolagena i pojačanoj aktivnosti fibroblasta, a uz to dolazi do proliferacije endotela i angiogeneze (Prouzda, Prochazka, 2013.). Laser visokog intenziteta temeljen je na nestabilnosti elektrona koji je doveden na višu energetska razinu s koje se vraća u brzom lančanoj reakciji (Schnurrer, Vrbanić, Ćurković, 2012.). Pritom dolazi do odašiljanja kvanta svjetlosne energije, odnosno fotona, čime se lančana reakcija pojačava između dva reflektirajuća zrcala (Schnurrer, Vrbanić, Ćurković, 2012.).

Osnovni učinci lasera visokog intenziteta su fototermički, fotomehanički i fotokemijski. Laser ima trenutno djelovanje na smanjenje bola, poboljšanje funkcije i povećanje opsega pokreta, što je od iznimne važnosti za sportaše, a zato dolazi do vrlo česte primjene u sportu. Tijekom primjene lasera visokog intenziteta tehnologija djeluje tako da dovodi do supresije upale i edema te direktnim učinkom zbog poticanja sekrecije endogenih opijata (Prouzda, Prochazka, 2013.). Laser visokog intenziteta ima dublje djelovanje jer dovodi veću količinu energije u kraćem vremenu, a to je u današnjem sportu vrlo značajno. Naime, u današnjem sportu je vrlo važno da sportaši mogu u što kraćem vremenu potaknuti proces oporavka od ozljede ili terapije. Kako su današnji sportaši iznimno pritisnuti zgušnjutim rasporedom utakmica i turnira, potrebne

++

su im ovakve metode kojima će se brzo vratiti u stanje pune pripreme. S vremenom se počeo upotrebljavati val visokog intenziteta s pauzama jer prijašnje metode nisu rezultirale pozitivnim učincima (Schnurrer, Vrbanić, Ćurković, 2012.). Ova se tehnologija konstantno unaprjeđuje te je došlo do stupnja gdje je impulsni način aplikacije povećao intenziteta snopa lasera bez termičkog oštećenja tkiva, što je utjecalo na dubinu njegove aplikacije, veću homogenost distribucije i smanjenje oštećenja tkiva, što je iznimno bitno sportašima. Primjena lasera visokog intenziteta jednako je ograničavajuća u slučajevima trudnoće, primjene blizu oka i uha te krvarenja. U sportu postoji niz posebno educiranih fizioterapeuta koji su usmjereni na rad sa sportašima, a primjena terapije laserom samo je jedna od mnogih koje primjenjuju. Da bi se provela terapija laserom, potrebno je utvrditi prethodno stanje pacijenta i provesti ovaj rehabilitaciji tretman koji će pomoći rekreativnom ili profesionalnom sportašu u povratku na teren ili na natjecanje. Tako će se pomoći sportašu u prevenciji daljnjih potencijalno bolnih i ograničavajućih stanja.

## 7. ZAKLJUČAK

Tehnologija koja se primjenjuje u sportskoj medicini za profesionalne i rekreativne sportaše sve se više unaprjeđuje kako se pokazuje sve veći interes za takvim metodama. Tehnologija se primjenjuje da bi se utjecalo na ispravnost donošenja odluka u sportu, čime se poboljšava i stvara sve veća atraktivnost sportskih natjecanja. Nerijetko se događa donošenje upitnih odluka koji se nakon nekoliko pregleda pokažu odlučujućima za smjer utakmice ili natjecanja. Osim toga, tehnologija u sportu primjenjuje se da bi se provela što bolja analiza i izveli što brži i kvalitetniji statistički podaci o određenoj utakmici ili trenutku na natjecanju. Statistički podaci koji se izvode na temelju tehnologije postaju sve brži i precizniji, a potom pomažu u stvaranju boljih odluka koje donose treneri, stručni timovi i menadžeri. Statistički podaci vrlo su važni gledateljima koji se mogu upoznati s brojčanim stanjima na utakmice te pravim stanjem bez obzira na privrženost klubu. Isto tako, može se provesti dijagnostika koja pomaže u pripremi taktike u budućim utakmicama ili pri ostatku turnira. S vremenom se dogodio razvoj trenažne tehnologije koja utječe na proces treninga. Vrlo je važno da se takva tehnologija u obliku različitih praktičnih uređaja primjenjuje kod rekreativnih i profesionalnih treninga. Tehnologija pomaže rekreativnim sportašima da se počnu baviti sportom, ali i da unaprijede svoje rezultate, što ima velike prednosti za globalnu upotrebu. Uređaji su vrlo praktični, jednostavni, a dolaze u obliku satova, pojaseva, pametnih uređaja poput mobitela i sličnih dodataka koji prate rad srca, tijela i broj koraka te različite druge parametre. Tehnologija ima veliku ulogu u oporavku sportaša koji se koriste različitim oblicima komora. Oporavak je jedan od najvažnijih elemenata za svakog sportaša koji utječe na njihove nastupe i kvalitetu istih. Vrlo često je vidljivo da se marketing u vezi s proizvodnjom različitih sportskih dodataka uglavnom usmjerio na promoviranje uređaja za oporavak jer je to vrlo bitno, ali i da se brojni uređaji stvaraju upravo za taj element treninga sportaša. Komore koje imaju nižu temperaturu i funkcioniraju na principu čistog kisika vrlo se često upotrebljavaju radi poticanja metabolizma i uspješnog, pozitivnog utjecaja na zacjeljivanje rana. Danas na tržištu postoji niz različitih uređaja koji se proizvode kako bi ponudili što bolju i kvalitetniju uslugu za sportaše, a nastali su kao produkt specijalizacije postojećih proizvoda koji se godinama upotrebljavaju u medicini. Nakon toga ističe se važnost fizikalne terapije i nezaobilazna uloga tehnologije u tim postupcima. Tehnologija koja se primjenjuje tijekom fizikalne terapije zapravo je ključna u njezinoj provedbi te je gotovo nezamislivo provesti te postupke bez primjene tehnologije.

Primjena tehnologije u današnjem sportu može se povezati gotovo sa svakim dijelom sporta. Naime, moderni se sport uvelike razlikuje od sporta koji je postojao prije jer su se povećala očekivanja, pomaknule granice i promijenio život samih sportaša, ali i publike koja prati natjecanja, turnire i utakmice. Tehnologija je primijenjena u pripremi treninga i taktike za pojedine sportaše, ali i cijele timove koji se pripremaju za utakmice. Isto tako, tehnologija se primjenjuje u vidu različitih videomaterijala, kamera, isječaka, mikrofona i ostalih tehnoloških uređaja kako bi se uspostavila dijagnostika i statistika tijekom samog natjecanja, ali i nakon njegova protoka radi budućih priprema. Budući da se danas istražuje svaki segment sporta, ne čudi činjenica da je tehnologija prisutna u svakom dijelu s obzirom na to da pruža maksimalnu preciznost, veću stabilnost i točnost u pripremi podataka. Međutim, tehnologija se primjenjuje i u trenažnom procesu da bi se pratili određeni važni parametri koji mogu pomoći u fizičkoj ili psihičkoj pripremljenost sportaša za izazove koji ga čekaju. To pomaže u iskorištavanju najboljih mogućih potencijala svakog pojedinca u timskim sportovima, što značajno doprinosi taktici i poboljšanju njihovih rezultata. Posljednji korak u sportu je posttrenažni proces koji uključuje oporavak i potrebnu terapiju tijela, što je zahvaljujući tehnologiji postalo brže i efikasnije zbog bolje dijagnostike i preciznijeg utjecaja na točno određeni dio tijela. Postoje brojni stručnjaci iz područja sporta koji govore o prednostima i manama upotrebe tehnologije u sportu, ali prema trenutačnim kretnjama sasvim je izvjesno da će upotreba tehnologije biti sve veća i sve češća.

## 8. LITERATURA

1. Babin, A. M. (2020) Proprioceptivna neuromuskularna facilitacija – princip i tehnike. Zagreb: Zdravstveno veleučilište Zagreb
2. Bal Singh, B., Dureja, G. (2012) Hawk Eye: a logical innovative technology use in sports for effective decision making. *Sport Science Review*, 11 (1–2)
3. Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A., Melegati, G. (2010) Whole-body cryotherapy in athletes, *Sports medicine*, 40 (6), 509-517
4. Bašić, D., Barišić, V., Jozak, R., Dizdar, D. (2015) „Notacijska analiza nogometnih utakmica“. Zagreb: Leonardo Media
5. Buzgo, A. (2020) Neke primjene statistike u sportu, Osijek: Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku
6. Calleja-González, J., Terrados, N., Mielgo-Ayuso, N., Delextrat, J., Jukić, A., Vaquera, I. (2019) Evidence-based post-exercise recovery strategies in rugby: a narrative review. *The Physician and sportsmedicine*, 47(2), 137-147.
7. Cold Laser Therapy Tendon (robertsonfamilychiro.com), pristup ostvaren 30.svibnja, 2022.
8. Cryomed (2022), URL: <https://cryomedpro.com/hr/cryomed-mini/>, [pristup: 20.svibnja, 2022.]
9. Čurković, B. i suradnici,. (2004) Fizikalna i rehabilitacijska medicina. Zagreb: Medicinska naklada
10. Domljan, Z. (1993) Fizikalna medicina, Biblioteka udžbenici i priručnici Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
11. Hrvatska enciklopedija, URL: ELEKTROSTIMULACIJA | PDF (scribd.com) [pristup 27.svibnja, 2022.]
12. Hrvatska enciklopedija, URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=25676>, [pristup 21.svibnja, 2022.]
13. Hrvatska enciklopedija, URL: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=33980>, [pristup 20.svibnja, 2022.]
14. Hrvatska komora fizioterapeuta, URL: <https://www.hkf.hr/pocetna-stranica/ostuci/sto-je-fizikalna-terapija/>, [pristup 25.svibnja, 2022.]

15. Hrvatski nogometni savez, URL: <https://hns-cff.hr/files/documents/18900/Uvod%20u%20notacijsku%20analizu.pdf>, [pristup 12.svibnja, 2022.]
16. Cedrsolutions, URL: <https://hr.about-meaning.com/11038183-meaning-of-smartwatch>, [pristup 18.svibnja, 2022.]
17. Hypoxico, URL: <https://hypoxico.eu/about-hypoxico>, [pristup 22.svibnja, 2022.]
18. Jajić, I., Jajić Z. i suradnici (2008) Fizikalna i rehabilitacijska medicina: osnove i liječenje, Medicinska naklada, Zagreb, 2008.
19. I. Jajić, Jajić, Z., Turk, Z., Matejčić, A., Demarin, V. (2008) Fizikalna i rehabilitacijska medicina: osnove i liječenje. Zagreb: Medicinska naklada
20. Jezikoslovac, URL: <https://jezikoslovac.com/word/kfzm>, [pristup 14.svibnja, 2022.]
21. Jurakić, D., Vrbanac, D. (2005) Suвременa tehnologija u funkciji praćenja programa u sportskoj rekreaciji, Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, str. 188-191
22. Jurinić, A., Benko, S. (2016) Suвременe tehnologije u fizioterapiji, 1.izdanje. Zagreb: PHYSIOTHERAPIA CROATICA 14 (Suppl. 1)
23. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, URL: [https://www.kifst.hr/~natasa/index\\_files/predavanja.pdf](https://www.kifst.hr/~natasa/index_files/predavanja.pdf), [pristup 16.svibnja, 2022.]
24. Levine, D., Bockstahler, B.A. (2014) Electrical Stimulation, 2.izdanje. Philadelphia, Canine Rehabilitation and Physical Therapy, 324-358
25. G. Lombardi, Ziemann, G.E., Banfi, G. (2017) Whole-Body Cryotherapy i Athletes: From Therapy to Stimulation, An Updated Review of the Literature, Vol.8.
26. Jain, K.K. (2010) Textbook of Hyperbaric Medicine, Pula:Poliklinika za baromedicinu i medicinu rada OXY
27. Low, J., Reed, A. (2000) Electrotherapy Explained: Principles and Practice. Treće izdanje. Oxford: Butterworth-Heinemann
28. Mašić, Z., Mihajlović, M., Radotić, F. (2010) Nanotechnology and sport. Beograd: Fakultet za menadžment u sportu, Alfa univerzitet u Beogradu
29. Milanović, D. (1997) Kineziološka dijagnostika bazičnih i specifičnih motoričkih sposobnosti sportaša U: Dijagnostika treniranosti sportaša, Zagreb: Zbornik radova, Zagrebački velesajam, str. 97-102,

30. Milanović, D., Šalaj, S., Gregov, S. (2011) Nove tehnologije u dijagnostici pripremljenosti sportaša. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez, 37-50
31. Millet, G.P., Roels, B., Schmitt, L., Woorons, X. (2010) Combining Hypoxic Methods for Peak Performance. *Sports Medicine* 40(1):1-25
32. Moghadam, N., Hieda, M., Ramey, L. (2020) Hyperbaric Oxygen Therapy in Sports Musculoskeletal Injuries. *Med Sci in Sports Exerc.* Jun; 52(6):1420-26.
33. Nedelec, M., McCall, A., Carling, A., Berthoin, F., Dupont, S. (2012) Recovery in Soccer, Part I-post-match fatigue and time course of recovery. Vol.42, *Sports Medicine*, 997-1015
34. Perinović, V., Kumiša, M. (2020) *Informatics and Analytics in Sports*, Zagreb: Tehničko Veleučilište u Zagrebu
35. Petković, J., Bjelica, D., Popović, S., Doina Tanase, G. (2014) Fatigue and Recovery in Sport. Zagreb: In Proceedings of 12th international annual conference "Conditioning of Sportmen", 528-531
36. Prouza, O., Jeniček, J., Procházka, M. (2013) Class 4. non-invasive laser therapy in clinical rehabilitation. *Rehabil. fyz. Léč. Prag: Charles University in Prague*, 20, č. 2, s. 113-119
37. Ryaby, J.T. (1998) Clinical effects of electromagnetic and electric fields on fracture healing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 355, 205-215
38. Rubin, P. (2010) *Kineziologija*. Novi Sad: Fakultet za sport i turizam
39. URL: <https://sarinachewyr10pass.weebly.com/hawk-eye.htm>, [pristup 9.svibnja, 2022.]
40. Schnurrer, T., Vrbanić, L., Čurković, B. Nove tehnologije u fizikalnoj i rehabilitacijskoj medicini, Rijeka: medicina fluminensis, Vol. 48, No. 4, p. 346-353
41. Sekulić, D., Metikoš, D. (2007) *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji: uvod u osnovne kineziološke transformacije*. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije
42. Struna, URL: <http://struna.ihjj.hr/naziv/elektromiograf/13413/>, [pristup 14.svibnja, 2022.]
43. Stefanović, Ž., Šiljak, V., Perović, A., Đurović, D., Isaković, M., Vajić, S. (2020) *Nanotehnologija u sportu*. Beograd: ECOLOGICA, Vol. 27, No 98, 2020.
44. Talović, M., Fredi, F., Sporiš, G., Jelešković, E., Ujević, B., Jovanović, M. (2011) *Notacijska analiza u nogometu*. Sarajevo: Fakultet sporta i tjelesnog odgoja Sveučilišta u Sarajevu

45. Trock, D.H. (2000) Electromagnetic fields and magnets. Investigational treatment for musculoskeletal disorders. *Rheumatic Disease Clinics of North America*, 26(1), 51-62.
46. Vasović, D. (2004) Osnovi sportskog treninga, autorizirana predavanja, Beograd: Viša škola za trenere u Beogradu
47. Vučetić, V. (2009) Dijagnostički postupci za procjenu energetske kapaciteta sportaša – pozvano predavanje. Zagreb: Zbornik radova 7. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša 2009 – Trening izdržljivosti, 20-31
48. Žderić, M. (2016) Dijagnostika u sportu. Čakovec: Međimursko veleučilište u Čakovcu
49. Živković, A., Ratković, T., Matković, S. (2019) Primena informacionih tehnologija u modernom sportu, Beograd: Univerzitet Singidunum.

## 9. PRILOZI

### Popis slika:

<b>Slika 1.</b> Primjer korištenja hawk-eye tehnologije u tenisu .....	5
<b>Slika 2.</b> Komponente antropološkog statusa čovjeka .....	17
<b>Slika 3.</b> Prikaz prednosti primjene nanotehnologije kod sportske opreme .....	23
<b>Slika 4.</b> Kriokomora.....	33