

# Metode razvoja aerobne izdržljivosti u nogometu

---

**Kuko, Mate**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:221:214192>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

**METODE RAZVOJA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI U NOGOMETU**

**ZAVRŠNI RAD**

**STUDENT:**

Mate Kuko

**MENTOR:**

doc.dr.sc. Šime Veršić

Split, rujan 2022.

## Sadržaj:

<b>1. UVOD</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NOGOMET</b> .....	<b>4</b>
2.1. ANATOMSKO FIZIOLOŠKA PODLOGA NOGOMETNE IGRE .....	5
2.1. FIZIČKI ZAHTJEVI NOGOMETNE IGRE .....	9
<b>3. IZDRŽLJIVOST</b> .....	<b>11</b>
3.1. AEROBNA IZDRŽLJIVOST .....	12
3.1.1. OBLICI KONDICIJSKE PRIPREME AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI.....	15
3.1.2. RAZVOJ AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI .....	16
3.1.3. PRIMJERI AEROBNIH TRENINGA .....	17
<b>4. DIJAGNOSTIKA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI</b> .....	<b>24</b>
<b>5. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>29</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>31</b>

# 1. UVOD

Nogomet je sportska igra koja sadrži velike izazove u vidu fizičke i psihičke pripremljenosti. Nogometno opterećenje manifestira se unutar same nogometne utakmice u trajanju od minimalno 90 minuta, ali i kroz gusti godišnji raspored i izrazito velik broj odigranih utakmica u sezoni. Tijekom nogometne utakmice izmjenjuju se opterećenja visokog i niskog intenziteta, uvjetovana situacijom na nogometnome travnjaku, pozicijom lopte i odnosom igrača dviju ekipa. Sukladno tome, sportaši moraju imati visoko razvijenu aerobnu i anaerobnu izdržljivost kako bi isporučili maksimum svojih sposobnosti i u konačnici svojoj ekipi osigurali pobjedu. Navedena se dva termina zajedno svrstavaju u kategoriju funkcionalnih sposobnosti te su jedan od glavnih preduvjeta uspjeha u ovome sportu. Iako su ova dva pojma praktički neodvojiva jedan od drugog i isprepleću se tijekom nogometne igre, u ovom radu obradit će se samo aerobna izdržljivost.

Cilj je ovoga rada analizirati aerobnu izdržljivost i njenu manifestaciju u nogometnoj igri te prikazati različite metode razvoja iste. Jedan dio rada bit će posvećen dijagnostici aerobne izdržljivosti u nogometu, odnosno njezinu određivanju. U svrhu boljega razumijevanja navedenih termina, analizirat će se anatomska fiziološka podloga nogometne igre zajedno s njezinim fizičkim zahtjevima, o čemu će biti govora pri početku ovoga rada.

## 2. NOGOMET

Nogomet je jedan od najpopularnijih svjetskih sportova današnjice i često poprima titulu “najvažnije sporedne stvari na svijetu”. Opravdanost ovoga naziva proizlazi iz činjenice da je nogomet najdostupniji sport većini društva zbog samo jednog neizbježnog rekvizita potrebnog za svoju realizaciju, nogometne lopte. Također, to je sport bogate povijesti i tradicije koji dugi niz godina egzistira u svijetu pa često nogometni klubovi postaju simboli određenih gradova i sredina. U svome primitivnom obliku nogomet se pojavio još u Kini oko 2000. g. pr. Kr., a naznake nogometa uočene su također i u antičkoj Grčkoj i u Rimskom Carstvu. Kolijevka je modernoga nogometa Velika Britanija gdje su se iz jedne inačice igre s loptom razvile dvije nove igre – nogomet i ragbi. Nogomet je sport u kojem se (u osnovnom, izvornom obliku) dvije ekipe sastavljene od 11 igrača bore za prevlast na terenu, s ciljem postizanja jednog gola više od protivnika, odnosno ostvarivanja pobjede. Igrači međusobno sudjeluju u ostvarivanju vlastitih i razbijanju protivničkih akcija i taktičkih zamisli. Nogometaš mora izvršiti tehničko-taktičke zadatke koji su pred njega postavljeni s obzirom na poziciju na terenu koju on zauzima. Trajanje utakmice, dimenzije terena i sportska oprema uvelike utječu na zahtjevnost ove igre. Prema strukturalnoj analizi, nogomet spada u kategoriju složenih polistrukturalnih acikličkih sportskih aktivnosti, a karakterizira ga velik broj raznolikih kretnih struktura različitog intenziteta, koje nisu unaprijed određene, već uvjetovane različitim situacijama na nogometnom travnjaku. Svaki sport, pa tako i nogomet, ima svoju jednadžbu specifikacije koja na temelju određenih istraživanja daje pregled najvažnijih antropoloških osobina i sposobnosti potrebnih za uspjeh u određenome sportu. Za razliku od nekih sportova cikličnog i monostrukturalnog karaktera, u kojima je često istaknuta dominantnost nekolicine motoričkih sposobnosti za sportski uspjeh, u nogometu to nije slučaj. Upravo zbog kombinacije kompleksnih kretnih struktura koje se opetovano dinamički izvode u periodu od minimalno 90 minuta, sve motoričke sposobnosti dobivaju na važnosti. Ipak, prema jednadžbama specifikacije nogometne igre upravo je izdržljivost okarakterizirana kao glavni prediktor uspješnosti u nogometnoj igri s 30% utjecaja. Slijede brzina (25%), snaga (20%), kordinacija (15%) i fleksibilnost (10%) (Miloš Ivić, 2013.). Gust raspored odigravanja nogometnih utakmica tijekom sezone nalaže sportašima i kondicijskim trenerima visoku razinu profesionalnosti pristupa treningu i kondicijskoj pripremi. Tijekom nogometne sezone možemo izdvojiti pripremni, natjecateljski i prijelazni dio. U pripremnome dijelu naglasak je na razvoju bazičnih sposobnosti te povećanju ukupnoga radnoga kapaciteta. Natjecateljski dio kondicijske pripreme bazira se na održavanju

postignutoga funkcionalnoga statusa s utakmicama kao najvećim trenažnim stresorima unutar pojedinog tjedna, odnosno mikrociklusa. Između utakmica važno je odraditi kvalitetne regeneracijske treninge s ciljem prevencije ozljeda i zadržavanja sportske forme. Prijelazni dio nogometne kondicijske pripreme odnosi se na razdoblje od završetka jedne do početka druge natjecateljske sezone i služi za rasterećenje sportaša kroz aktivni odmor.

## 2.1. ANATOMSKO FIZIOLOŠKA PODLOGA NOGOMETNE IGRE

### *Kardiorespiratorni sustav*

Kardiorespiratorni sustav je termin često korišten u sportskoj fiziologiji i analizi sportskih ili rekreativnih aktivnosti. Odnosi se na međusobnu interakciju dvaju sustava ljudskoga organizma (kardiovaskularni i respiratorni) s ciljem uspješne distribucije kisika ljudskim tijelom, prvenstveno aktivnom miškulaturom, koja zbog radnog opterećenja za to ima najizraženiju potrebu. Također, navedeni sustavi osiguravaju transport štetnih metaboličkih produkata, nakupljenih u mišićima kao posljedica intenzivnog radnog opterećenja i osiguravaju njihovu eliminaciju. Ovo nisu jedine funkcije kardiorespiratornog sustava, ali su najvažnije u kontekstu analize nogometne igre i razvoja funkcionalnih sposobnosti, stoga će u ovome radu upravo one biti istaknute.

Osnovna je funkcija dišnog sustava razmjena plinova između krvi i okoline. Dišni sustav dijelimo na provodni i respiracijski dio. Provodni dio samo provodi udahnuti zrak do pluća odnosno respiracijskog dijela u kojem se onda događa razmjena plinova između krvi i udahnutog zraka. U provodni dio svrstavamo: nos i usnu šupljinu, grlo, ždrijelo, grkljan, dušnik i dušnice, dok pluća obuhvaćaju respiracijski dio dišnog sustava. Plućno disanje omogućuje skupina mišića, od kojih su najvažniji ošit (dijafragma) i interkostalni mišići (Šentija, 2015.). Sportski trening kontinuirano doprinosi funkciji respiracijskog sustava, trenirane osobe imaju manji minutni volumen disanja na istom intenzitetu rada u odnosu na netrenirane osobe. Minutni volumen disanja označava količinu udahnutog i izdahnutog zraka u periodu od jedne minute i uvelike ovisi o dišnoj frekvenciji. Bolja prokrvljenost pluća koja omogućava kvalitetniju i bržu razmjenu plinova te poboljšana snaga i izdržljivost dišne miškulature također su posljedica sportskog treninga. Krvožilni sustav savršeno nadopunjava respiratorni i

krvotokom transferira razmijenjeni kisik do svih stanica u tijelu, a naročito do aktivne muskulature. Ovaj se proces odvija i u drugome smjeru, pa se tako krvotokom iz mišića prema plućima odvodi krv zasićena ugljičnim dioksidom koji nastaje kao posljedica radnog opterećenja. Razmjenu plinova omogućava plućni krvotok. Deoksigenizirana se krv iz gornje šuplje vene za vrijeme dijastole prelijeva u desnu srčanu pretkljetku. Sistoličkom reakcijom krv prelazi u desnu kljetku odakle plućnom arterijom nastavlja do pluća, odnosno plućnih mjehurića ili alveola gdje se vrši razmjena plinova. Oksigenizirana se krv potom plućnom venom vraća nazad u lijevu srčanu pretkljetku, nakon koje kroz lijevu srčanu kljetku nastavlja do aorte koja odnosi krv bogatu kisikom iz srca i granajući se dalje transferira oksigeniziranu krv ljudskim tijelom. Baš kao i respiratorni, krvožilni sustav doživljava određenu prilagodbu na sportski trening. Srce sportaša ili fizički aktivnijeg rekreativca doživljava zadebljanje stijenke lijeve srčane kljetke i hipertrofiju srčanog mišića. Navedene pojave dovode do povećanja srčanog minutnog volumena, povećanja udarnog volumena (količina krvi istisnuta iz lijeve pretkljetke jednom srčanom kontrakcijom) te smanjenja srčane frekvencije u mirovanju. Također dolazi do povećanje kapilarizacije mišićnih tkiva. Na staničnoj razini bitno je istaknuti povećanje broja mitohondrija te oksidativnih enzima.

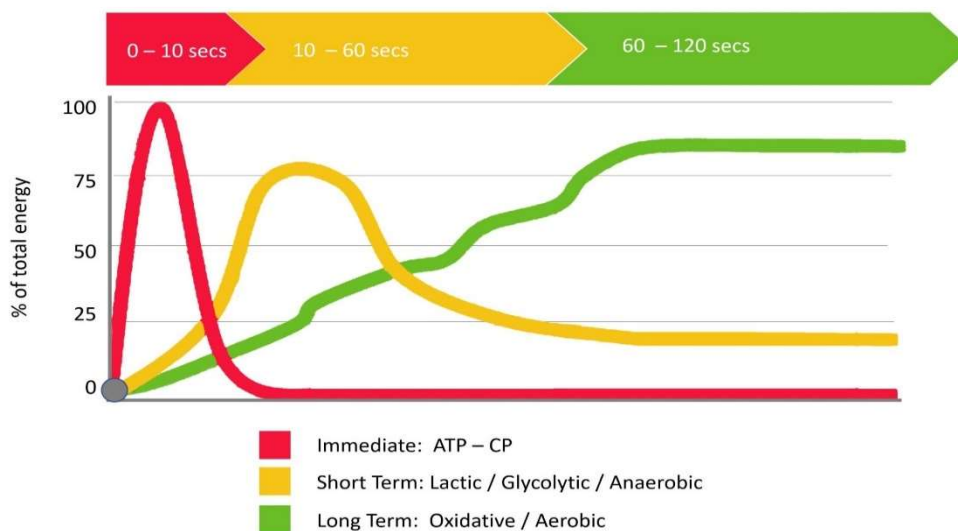
### *Izvori energije*

Energetski se procesi neprestano odvijaju u ljudskome organizmu i preduvjet su za svako kretanje odnosno kontrakciju muskulature. Energija oslobođena razgradnjom hrane ne može se direktno koristiti za mišićni rad. Osnovni i jedini izvor energije u ljudskom tijelu je ATP (adenozin trifosfat), koji se resintetizira iz ostalih biokemijskih izvora energije. ATP je molekula bogata energijom čijom razgradnjom nastaju adenzin difosfat i anorgani fosfor. Nusprodukt je ove razgradnje oslobađanje energije koja može biti korištena za mišićni rad. U ljudskome tijelu nema puno pohranjenih molekula ATP-a. Količina koja je prisutna dostatna je za svega otprilike 5 sekundi rada. Gotovo kod svih aktivnosti prisutna je resinteza ATP-a, a ovisno o intenzitetu i uvjetima aktivnosti, u resintezi se događaju različiti kemijski procesi koji mogu biti aerobni (prisustvo kisika) ili anaerobni (odstutnost kisika). Anaerobne kemijske procese resinteze ATP-a još dijelimo na anaerobne laktatne i anaerobne alaktatne.

Nogometna utakmica sastoji se od kretnih struktura različitih intenziteta i trajanja pa možemo ustanoviti kako su svi energetski procesi u istoj bitni i zastupljeni. (Šentija, 2015.) Fosfageni (anaerobni alaktatni) sustav iskorištava prisutnost kemijskog spoja kreatinfosfata u tijelu kojeg

ima nekoliko puta više od početne koncentracije ATP-a. Cijepanjem kreatinfosfata obnavljaju se zalihe ATP-a u mišićima što povećava ekstenzitet aktivnosti maksimalnoga karaktera. Vrijeme trajanja maksimalnih aktivnosti u ovoj se varijanti produžuje s početnih 5 sekundi na 13 – 15 sekundi. Za potpunu obnovu zaliha fosfagenog sustava potreban je period odmora od približno 5 minuta, dok se 50% kapaciteta ovoga sustava obnovi za 25 sekundi (Šentija, 2015.). Fosfageni se sustav u nogometnoj igri manifestira kod različitih skokova, kontakt igre, maksimalnih kratkih ubrzanja, brzih promjena intenziteta, pravca kretanja i sl. Anaerobni glikolitički (laktatni) energetske sustav definiran je razgradnjom mišićnoga i jetrenoga glikogena do mliječne kiseline, pritom oslobađajući energiju potrebnu za resintezu ATP-a bez prisustva kisika. Mliječna kiselina koja nastaje u ovakvim uvjetima dovodi do smanjene kontaktilnosti mišića zbog svoga nakupljanja, što nalaže smanjenje ili prestanak aktivnosti. Ipak, anaerobni glikolitički sustav omogućava zadržavanje izrazito visokoga radnog intenziteta u periodu od otprilike 1 – 3 minute i produžuje trajanje maksimalnih i submaksimalnih aktivnosti. Primjeri ovakvih energetske procesa u nogometnoj igri su ponavljani sprintevi kraćeg intenziteta, duži maksimalni sprintevi, velik broj skokova i kontakata u kratkom vremenskom razdoblju i sl. Aerobni glikolitički sustav vremenski je najzastupljeniji unutar pojedine nogometne utakmice i aktivan je u aktivnostima niskoga do srednjeg intenziteta. Podrazumijeva oksidaciju masti i ugljikohidrata lancem oksidativnih procesa unutar staničnih mitohondrija pritom oslobađajući velike količine ATP-a. Mišićni glikogen može se koristiti kako u anaerobnoj, tako i u aerobnoj glikolizi i kao takav je dostatan za 60 – 90 minuta maksimalne aerobne aktivnosti. Zbog njezina dužeg trajanja preporučen je unos dodatnih količina ugljikohidrata. Aerobni metabolizam aktivan je praktički tijekom cijele utakmice, prvenstveno kroz periode odmora kada je igrač udaljen od lopte. Direktno sudjeluje u oslobađanju energije za vrijeme nisko do srednje intenzivnih trčanja i kretnji tijekom utakmica kada ima ulogu glavnog izvora energije za mišićni rad.





*Slika 1 - izvori energije za mišićni rad*

### *Tipovi mišićnih vlakana*

Razlikujemo 3 tipa mišićnih vlakana s obzirom na karakteristike i brzinu mišićne kontrakcije zajedno s kemijskim i fiziološkim svojstvima. To su: spora oksidativna vlakna (tip 1), brza oksidativno glikolitička vlakna (tip 2a) te brza glikolitička vlakna (tip 2b). Spora oksidativna vlakna izrazito su prokrvljena i imaju veliki oksidativni kapacitet. Sudjeluju dominantno u nisko intenzivnim aktivnostima dužega vremenskog trajanja, a velika količina mioglobina daje im karakterističku crvenu boju. Karakterizira ih velik broj mitohondrija, ali i sporija brzina mišićne kontrakcije. Brza oksidativno glikolitička vlakna imaju veliku brzinu kontrakcije, ali i veliku oksidativnu i glikolitičku sposobnost. Zbog navedenih karakteristika sudjeluju i u aerobnim i anaerobnim glikolitičkim procesima, ovisno o zahtjevu aktivnosti. Dugogodišnjim treningom moguće je usmjeravanje ovog tipa vlakana prema aerobnim ili anaerobnim karakteristikama, ovisno o zahtjevima pojedinog sporta. Brza glikolitička vlakna sudjeluju u aktivnostima maksimalnog intenziteta zbog izrazito brze mišićne kontrakcije. Odsutnost mioglobina i mitohondrija smanjuje im oksidativni kapacitet i daje karakterističnu bijelu boju. Omjer između navedenih tipova mišićnih vlakana genetski je uvjetovan i jedna je od važnijih sportskih predispozicija. Prosječan mišićni sastav nogometaša sadržava 50% sporih mišićnih vlakana, 30% brzih oksidativnih i 20% brzih glikolitičkih mišićnih vlakana (Miloš Ivić, 2013.). Živčani sustav nogometaša također doživljava određene prilagodbe na opterećenje koje su prvenstveno vidljive u povećanju unutarmišićne i međumišićne koordinacije te maksimalne mišićne ekscitacije. Brzinu i snagu mišićne kontrakcije uvelike uvjetuje broj aktiviranih

motoričkih jedinica. Jedna motorička jedinica podrazumijeva živčanu stanicu zajedno sa svim mišićnim vlaknima koja ona podražuje. Intenzitet izvedbe pojedinih kretnji proporcionalan je broju aktiviranih motoričkih jedinica u tom trenutku. Ovim se putem omogućava izraženija skladnost određenih pokreta utemeljena pravilnom aktivacijom mišića agonista, antagonista i sinergista. Izrazito je važna sinergistička aktivacija mišića vrata, trupa i ramena, kukova i nogu.

## 2.1 FIZIČKI ZAHTJEVI NOGOMETNE IGRE

Kompleksnost nogometne igre vidljiva je u volumenu različitih kretnji koje pojedini igrač izvede unutar nogometne utakmice. Upravo zbog velikoga volumena različitih kretnji čiji je intenzitet uvjetovan situacijom na travnjaku, uspjeh u nogometu determiniraju različite antropološke osobine i sposobnosti. Kako bi suvremeni nogometaš mogao odgovoriti zahtjevima nogometne igre, mora imati razvijen određen stupanj različitih oblika izdržljivosti. Opća aerobna, aerobna aciklička, anaerobna laktatna i anaerobna alaktatna izdržljivost spadaju u navedenu skupinu. Snaga i brzina kao motoričke sposobnosti također su bitan faktor uspješnosti, izrazito njihove komponente maksimalne i eksplozivne snage, kao i brzinske izdržljivosti (Idrizović, 2015.). Vrhunski nogometaš unutar pojedine utakmice otprilike pretrči udaljenost od 8400 do 14300 m. Prosječno odradi 120 do 200 sprinteva, 10 do 20 skokova, 40 uklizavanja te sudjeluje u 30 do 60 duela. Prosječna srčana frekvencija iznosi 175 - 185 otkucaja u minuti, dok se maksimalna kreće od 185 do 195 otkucaja (Izidrović, 2015.). Koncentracija laktata u krvi nogometaša ima prosječnu vrijednost u rasponu od 2 do 8 mmol/L, dok se relativna maksimalna potrošnja kisika kreće od 60 do 67 ml/kg/min. Za vrijeme trajanja nogometne utakmice najveća je zastupljenost aerobnog sustava u iznosu od 90%, dok preostalih 10% opada na anaerobni laktatni i alaktatni sustav. Unatoč ovakvome omjeru, važnost anaerobnih sustava energije je izrazita zbog činjenice da se sve kretne strukture koje determiniraju konačni ishod utakmice odvijaju u ovoj zoni opterećenja. Primjer istih su: skokovi, udarci na gol, duel igra, ponavljajući sprintovi i sl. Kontrola trenažnog i natjecateljskog opterećenja može se postići praćenjem srčane frekvencije nogometaša na temelju koje se određuju zone opterećenja različitih utjecaja na ljudsko tijelo. Preduvjet je poznavanje sportaševe maksimalne srčane frekvencije. Drugi indikator opterećenja su laktati. Laktati su metabolički produkt razgradnje glukoze ili mišićnog glikogena u anaerobnim uvjetima. Nakupljaju se u aktivnoj muskulaturi, odakle difundiraju i krv pa ih je stoga lako izmjeriti. Njihovo nakupljanje progresivno je povećanju anaerobnog rada, a koncentracija istih

se značajno povećava probijanjem anaerobnog praga, otprilike između vrijednosti od 3 do 5 mmol/L. Anaerobni prag označava točku narušenog ekvilibrijuma stvaranja mliječne kiseline i njene eliminacije, najčešće označen prosječnom vrijednošću koncentracije laktata od 4 mmol/l. Isti se može izraziti i promatrajući ventilacijske parametre, a u tom slučaju označava točku u kojoj proizvodnja ugljikova dioksida u krvi prelazi potrošnju kisika. Duži boravak u zonama opterećenja iznad anaerobnog praga dovodi do smanjenja ili prestanka aktivnosti, zbog smanjene kontraktilnosti mišićne mase uvjetovane štetnim metaboličkim produktima u stvaranju (Miljenko Vidović, 2009.). Nogometaši tijekom utakmice potroše gotovo sve zalihe mišićnog glikogena s obzirom da je njegova količina dostatna za 60 – 90 minuta maksimalnih aerobnih aktivnosti, što je sukladno trajanju nogometne utakmice. Obnova zaliha glikogena traje od 2 do 3 sata. Zbog navedenih stavki na važnosti dobivaju prehrana, suplementacija i odmor sportaša koji s naizgled malim utjecajima mogu značajno odgoditi umor sportaša i pomoći u izbjegavanju pretreniranosti i održavanju sportske forme. Navedene stavke upućuju na važnost individualizacije trenažnog procesa zbog različitog odgovora na opterećenje kod nogometaša, ali i njihovih tehničko-taktičkih zahtjeva u igri. Isto može biti uvjetovano pozicijom na terenu, trenutnom sportskom formom te antropološkim osobinama i sposobnostima samog sportaša, prvenstveno funkcionalnim i motoričkim statusom.

### 3. IZDRŽLJIVOST

Izdržljivost je sposobnost organizma da zadani radni intenzitet održava u određenome vremenskom razdoblju bez smanjenja efikasnosti (Sekulić, 2015.). To je sposobnost najvećeg utjecaja na uspješnost nogometne igre, koja je zastupljena u svojim različitim oblicima, sukladno situacijama na nogometnom travnjaku. Prema antropološkoj podjeli sposobnosti, izdržljivost spada u skupinu funkcionalnih sposobnosti, visoko uvjetovanih stanjem krvožilnog sustava, za razliku od motoričkih sposobnosti poput snage, brzine, ravnoteže i kordinacije, koje su također determinante nogometog uspjeha, ali utemeljene na statusu neuromuskularnog sustava. Ovisno o izvorima energije potrebnima za mišićni rad i različitim uvjetima opterećenja, odvajamo ranije spomenutu fosfagenu, aerobnu i anaerobnu (glikolitičku) izdržljivost. Svi navedeni oblici izdržljivosti zastupljeni su u nogometnoj igri. Postoje različite podjele ove funkcionalne sposobnosti promatrane kroz razne kriterije poput: izvora energije, ekstenziteta aktivnosti, aktivne radne muskulature i sl. Prema navedenim primjerima izdržljivost u sklopu nogometne igre okarakterizirali bi kao opću, aerobno-anaerobnu, dugotrajnu izdržljivost. Ipak najprihvaćenija i najpraktičnija podjela je ona koja izdržljivost odvajava na opću i specifičnu izdržljivost, koje se pojedinačno dijele na svoje aerobne i anaerobne varijante. Opći oblici izdržljivosti podrazumijevaju bazične kretne strukture koje nisu karakteristične određenome sportu, dok se specifična izdržljivost odnosi na kretanja karakteristična određenome sportu. Primjerice, niskointenzivno trčanje bez lopte bilo bi primjer opće aerobne izdržljivosti, dok bi trčanje istog intenziteta vođenjem lopte bilo primjerom specifične aerobne izdržljivosti. Trening aerobne i anaerobne izdržljivosti izrazito su zastupljeni u nogometu, a njihovi glavni benefiti su pozitivne promjene u srčano-žilnom sustavu i njegovoj periferiji postignute aerobnim treningom, odnosno povećanje kreatinfosfatnih i glikogenskih depoa te poboljšano djelovanje u uvjetima narušene homeostaze, dobivenih anaerobnim treningom (Sekulić, 2015. ). Kondicijski trening u nogometu podrazumijeva unaprjeđenje aerobne i anaerobne izdržljivosti, općim i specifičnim metodama, ovisno o kontekstu pojedinoga treninga i nogometne sezone. Upravo zbog toga postoji određeni redoslijed razvoja različitih oblika izdržljivosti, s obzirom na njihovu međusobnu uvjetovanost. Primjerice, visoko razvijen aerobni status nogometaša bit će jedan od glavnih predujeta razvoja anaerobne intenzivne izdržljivosti. Sukladno tomu, aerobni ekstenzivni i intenzivni trening prethodit će anaerobnim oblicima treniranja. U ostatku ovoga rada obradit će se isključivo aerobna izdržljivost, metode njezina razvoja te dijagnostika aerobne izdržljivosti.



Slika 2 - kontinuum razvoja izdržljivosti

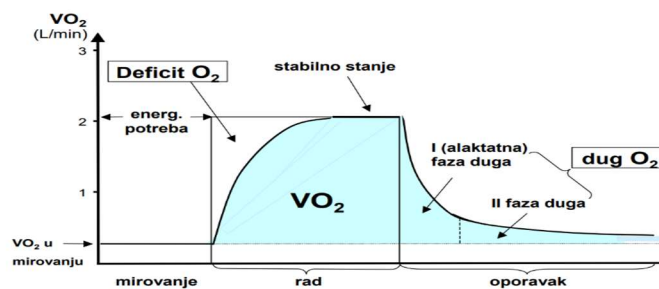
### 3.1. AEROBNA IZDRŽLJIVOST

Aerobnu izdržljivost definiramo kao sposobnost sustava za transport i iskorištavanje kisika da dopremi kisik do mišićnog sustava koji će ga u biokemijskim procesima za proizvodnju energije koristiti za obnavljanje mišićnoga rada (Veršić i Foretić, 2019. ). Navedena funkcionalna sposobnost neupitne je važnosti za nogometnu igru u kojoj je najistaknutija za vrijeme nisko do srednje intenzivnih aktivnosti te u periodima odmora. Također, visok stupanj razvijenosti aerobne izdržljivosti omogućava zadržavanje visoke sportske forme tijekom nogometne sezone sačinjene od velikoga broja utakmica. Aerobna izdržljivost uvelike uvjetuje anaerobnu, te predstavlja temelj za razvoj iste. Visoko razvijena aerobna izdržljivost omogućava kasnije probijanje anaerobnoga (laktatnog) praga, odnosno omogućava nogometašu zadržati duže vrijeme viši intenzitet igranja. U nastavku ovoga rada bit će istaknute metode razvoja aerobne izdržljivosti kao i dijagnostika ove sposobnosti. Prethodno, objasnit će se određeni pojmovi potrebni za potpunije razumijevanje navedenog.

*Maksimalni primitak kisika* – definiran je kao razina primitka kisika u minuti pri kojem daljnje povećanje radnog opterećenja ne dovodi do povećanja primitka kisika. Apsolutni primitak kisika izražen je u litrama kisika po minuti, dok je relativni izražen u mililitrima kisika u minuti po kilogramu tjelesne mase. Razina maksimalnog primitka kisika kod nogometaša uvjetovana je rangom natjecanja i pozicijom na terenu. Veći primitak kisika povezan je s višim rangom natjecanja, golmani zabilježavaju najmanju razinu VO<sub>2</sub> max, dok je ista najviša kod igrača

sredine terena. Prosječne se vrijednosti u nogometu kreću od 50 ml/kg do 70ml/kg unutar jedne minute (Šentija, 2015.).

*Deficit i dug kisika* – Na početku određene tjelesne aktivnosti trenutni primitak kisika je nedovoljan za njezinu realizaciju te se ta razlika između potrebnoga i stvarno potrošenoga kisika naziva deficitom kisika. U takvome slučaju energija se osigurava anaerobnom razgradnjom fosfagena i glikogena. Kisikov deficit nastaje zbog određenog vremena potrebnog za dopremu kisika radnoj muskulaturi putem dišnog i krvožilnog sustava (Šentija, 2015.). Pri završetku aktivnosti potrošnja se kisika nastavlja s ciljem obnove potrošenih fosfagenih i glikolitičkih rezervi, razgradnje štetnih nakupljenih metaboličkih produkata te povratka homeostaze organizma.



Slika 3 - kisikov deficit i dug

### *Aerobni i anaerobni laktatni prag*

Aerobni i anaerobni prag su uz maksimalni primitak kisika jedni od najbitnijih pokazatelja aerobnog statusa. Porastom intenziteta određene aktivnosti, raste i udio energije dobiven anaerobnom glikolizom, kao i količina mliječne kiseline u krvi. Prvi sličan porast događa se na intenzitetu od otprilike 40 – 60 % VO<sub>2</sub> max i naziva se aerobnim ili laktatnim pragom. Koncentracija laktata u krvi u navedenim uvjetima se kreće u rasponu od 1.5 do 2 mmol/L. Daljnjim povećanjem intenziteta nakupljanje mliječne kiseline i njena razgradnja ostaju u ravnoteži, ali samo do točke maksimalnog laktatno stabilnog stanja ili anaerobnog praga. Anaerobni prag označava točku u kojoj su proizvodnja mliječne kiseline i njena razgradnja u krajnjoj ravnoteži, odnosno bilo kakvo daljnje povećanje aktivnosti dovodi do naglog povećanja anaerobne glikolize i nakupljanja mliječne kiseline u mišićima, a zatim i u krvi. Posljedica je navedenog pad pH vrijednosti i metabolička acidoza, što dovodi do

hiperventilacije i inhibicije mišićne kontrakcije, odnosno brzog iscrpljenja. Anaerobni se prag najčešće poistovjećuje s vrijednostima od otprilike 90% VO<sub>2</sub> max i 3.5 – 5.5 mmol/L laktata u krvi, ali navedene vrijednosti izrazito su individualne i uvjetovane trenažnim statusom i karakteristikama određenoga sporta. Brzina trčanja nogometaša na anaerobnom pragu iznosi 14 - 16 km/h, što znači da sportaš može trčati navednom brzinom i do 30 minuta bez progresivne acidoze i nakupljanja laktata u krvi (Šentija, 2015.).

### *Srčana frekvencija*

Tijekom treninga izdržljivosti, praćenje srčane frekvencije nogometaša omogućava detekciju opterećenja i bolju kontrolu treninga. S kvalitetnijom opremom koja sadržava pulsmetre i razvijenu računalnu tehnologiju treninga, moguće je istovremeno pratiti intenzitet rada velikog broja pojedinaca. Ovo omogućava precizniji i efektivniji trening u skladu s unaprijed postavljenim ciljevima. Preciznije, moguće je uočiti napuštanje zadane zone opterećenja pojedinoga igrača i brзом reakcijom postići njegovu prilagodbu intenziteta. Najprihvaćenija je podjela na 5 zona opterećenja, sukladno fiziološkim zahtjevima u vidu postotka maksimalne srčane frekvencije i maksimalnog primitka kisika te zasićenosti laktata u krvi izraženih mmol/L. Navedene zone su aerobna regeneracijska, aerobna ekstenzivna, aerobna intenzivna, anaerobna ekstenzivna te anaerobna intenzivna zona opterećenja. Opterećenjem je jednostavnije manipulirati u općoj i bazičnoj kondicijskoj pripremi, dok implementacija lopte kod specifične i situacijske kondicijske pripreme djelomično otežava istu. Naravno, prethodno aerobnom treningu potrebno je utvrditi maksimalnu srčanu frekvenciju, maksimalnu aerobnu brzinu (brzinu trčanja pri maksimalnom primitku kisika), te maksimalnu brzinu trčanja. Navedeni termini bit će detaljnije objašnjeni u sklopu dijagnostike aerobnog treninga.

ZONA	CILJ	PULS	LAKTATI	VO2 MAX	TRAJANJE	ENER. IZVOR
<b>AN2 - ANAEROBNA INTEZIVNA</b>	Razvitak anaerobnih kapaciteta Razvitak brzinske izdržljivosti	Maksimalan, >95% max HR	>8 mmol	>100 %	30 sec - 2 min	CP (do 15 sec) Glikoliza (od 20 sec)
<b>AN1 - ANAEROBNA EKSTENZIVNA</b>	Specifična izdržljivost Razvitak VO2 max	90-95% max HR	5-8 mmol	90-100 %	2 - 8 min	Oksidacija + glikoliza
<b>A2 - AEROBNA INTEZIVNA</b>	Razvitak aerobnog kapaciteta Izdržljivost u jakosti Intenzivna aer. Izdržljivost	80-90% max HR	3,5-5 mmol	80-90%	8 - 20 min	Razgradnja ugljikohidrata
<b>A1 - AEROBNA EKSTENZIVNA</b>	Razvitak bazične ekstenzivne aer. Izdržljivosti	70-80% max HR	2-3,5 mmol	70-80 %	20 -120 min	Razgradnja ugljikohidrata i masti
<b>A0 - REGENERACIJSKA ZONA</b>	Bazična aer izdržljivost Regeneracija Sagorijevanje masti	<70% max HR	<2 mmol	<70 %	30 min do nekoliko sati	Razgradnja masti

Slika 4 - zone opterećenja

### 3.1.1. OBLICI KONDICIJSKE PRIPREME AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

Kondicijska priprema u nogometu sastoji se od više razina koje se međusobno nadopunjuju, a ujedno i razlikuju po onome što donose i kontekstu u kojem se koriste. Opća ili višestрана kondicijska priprema podrazumijeva preventivni rad sa sportašima i rad na općenitom poboljšanju morfoloških osobina i funkcionalnih i motoričkih sposobnosti, a među njima i aerobne izdržljivosti. U ovome se slučaju koriste trenažni stimulusi koji nemaju direktan transfer na nogometnu igru, već stvaraju podlogu za efikasan i kvalitetan specifični trening. Bazična kondicijska priprema je ustvari nastavak na višestranu i u nogometu se prvenstveno koristi u pripremnome periodu s ciljem unaprjeđenja bitnih motoričkih i funkcionalnih sposobnosti za nogometnu igru. Ciljan je razvoj aerobne i anaerobne izdržljivosti, brzine, snage i sl. Uglavnom se koriste kružni i stanični oblici rada. Specifična kondicijska priprema predstavlja svojevrsni spoj kondicijske i tehničke pripreme u nogometu. Cilj je unaprijediti određene sposobnosti ujedno zadovoljavajući kinematičke, funkcionalne i dinamičke karakteristike nogometne igre. Ovo se prvenstveno odnosi na zadovoljavanje kretne strukture, intenziteta i prostornih zakonitosti. Za ovakvu varijantu kondicijske pripreme karakteristična je implementacija nogometne lopte kroz različite vježbe i treninge, ali i sličnost ekstenziteta, intenziteta i prostora treninga situacijama u nogometnoj igri. Kada se ovoj varijanti doda prisutnost protivnika, dobijemo situacijsku pripremu, koja objedinuje razvoj kondicijskih i tehničko-taktičkih sposobnosti u nogometu i kao takva je najbližnja natjecateljskim uvjetima.



Otegotna je okolnost ove varijante izrazita nepredvidivost u treningu, što dodatno otežava kontrolu intenziteta. Ipak, intenzitetom se može manipulirati na osnovu skraćivanja prostora u kojem se odvija pojedini dio treninga, manipulacijom broja igrača na tom prostoru te postavljanjem određenih pravila kojih se nogometaši moraju pridržavati. U konačnici, kondicijskom se pripremom unaprjeđuju sposobnosti koje se onda implementiraju u tehničko-tahničke elemente, a zatim se sve to objedinjuje u sustav i koncepciju igre nogometne ekipe. (Miloš Ivić, 2015.).

### 3.1.2. RAZVOJ AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

Aerobna sposobnost može se trenirati kontinuiranim, diskontinuiranim te intervalnim oblicima rada. U današnje vrijeme, sve se učestalije koriste diskontinuirani i intervalni oblici rada zbog veće specifičnosti i benefita koje donose. Da je tome tako, pokazuju različita istraživanja koja uspoređuju benefite ovih varijanti treninga. Helgerud i suradnici (2007.) zaključuju kako se visokointenzivnim intervalnim treningom utječe na promjene u iznosu VO<sub>2</sub> max, dok se kod nisko do srednje intenzivnog kontinuiranog treninga to ne događa. Ovaj zaključak posebno dobiva na važnosti s obzirom da je kontinuirana metoda treninga dugo bila prvi izbor mnogim kondicijskim i nogometnim trenerima. Treninzi visokog intenziteta u kombinaciji s kratkim do srednjim periodima odmora izvršavaju veliki podražaj na dišni i krvožilni sustav koji je pod velikim opterećenjem upravo u razdobljima oporavka kada ubrzano oporavlja i priprema organizam za sljedeću visoko intenzivnu seriju. Manipulacijom parametara opterećenja i oporavka moguće je održavati veliki podražaj na kardiovaskularni i respiratorni sustav, što rezultira ubrzanom napretkom aerobnog statusa i unaprjeđenja maksimalnog primitka kisika. Kontinuirani trening srednjega i niskog intenziteta nema ovako izražene učinke, već poboljšava kapilarizaciju tkiva i ubrzava protok krvi kroz organizam te potiče oksidativne procese u organizmu te kao takav igra bitnu ulogu aktivnog odmora kod nogometaša. Najzastupljeniji je u pripremnom periodu za koji su karakteristični treninzi nižeg intenziteta i velikog volumena, namijenjeni poboljšanju aerobnog statusa. Usporedimo li navedene oblike rada sa samom strukturom nogometne igre, uočavamo promjenjivost u intenzitetu i strukturi kretanja kojima nogometaš mora odgovoriti tijekom utakmice pa se može reći i kako su diskontinuirana i intervalna metoda specifičnije nogometu od kontinuirane (Izidrović, 2016.). Na ovome primjeru možemo uočiti povezanost aerobnih i anaerobnih aktivnosti jer je evidentno da se aerobni status unaprjeđuje kroz periode oporavka od kratkih visoko intenzivnih anaerobnih

aktivnosti. Ovakav odnos prisutan je i u nogometnoj igri gdje su navedene sposobnosti praktički neodvojive. Svaki anaerobni trening pred nogometaša će kroz periode oporavka stavljati i izrazite aerobne zahtjeve. S druge strane, aerobna izdržljivost i visoka kapilarizacija mišićnih tkiva preduvjet su za postizanje visokih intenziteta treninga te predstavljaju svojevrsni temelj razvoju anaerobnih sposobnosti.

Trenažna grupa	Trenažni postupak	Predtrening $VO_{2max}$	Posttrening $VO_{2max}$
Istrajno nisko intenzivno trčanje	Kontinuirano trčanje od 45 minuta, na 70% HRmax (137±6 bpm)	55.8 ± 6.6 ml/kg/min	56.8 ± 6.3 ml/kg/min
Trčanje na laktatnom pragu	Kontinuirano trčanje od 24,25 minuta, na 85% HRmax (171±10 bpm)	59.6 ± 7.6 ml/kg/min	60.8 ± 7.1 ml/kg/min
Intervalno trčanje 15/15	47 ponavljanja 15-sekundnih intervala na 90-95% HRmax (180-190±6 bpm) sa 15 s intervalima aktivnog odmora na intenzitetu zagrijavanja (70% HRmax; 140±6 bpm)	60.5 ± 5.4 ml/kg/min	64.4 ± 4.4 ml/kg/min Uvećanje od 5,5%
Intervalno trčanje 4x4	4x4minuta intervalnog rada na 90-95% HRmax (180-190±5 bpm) sa 3 min aktivnih intervala odmora na 70% HRmax; 140±6 bpm	55.5 ± 7.4 ml/kg/min	60.4 ± 7.3 ml/kg/min Uvećanje od 7,3%

*Slika 5 - efekti različitih metoda aerobnog treninga*

Upravo zbog izrazite povezanosti, ove se dvije sposobnosti često razvijaju specifičnim treningom u skraćenom prostoru, gdje se manipulacijom broja igrača, pravila igre i dimenzija terena, zajedno s trajanjem treninga, režim rada može usmjeriti prema anaerobnom odnosno aerobnom. Na ovaj se način istovremeno unaprjeđuju funkcionalne, ali i tehničko-taktičke sposobnosti nogometaša, što značajno povećava ekonomičnost treninga. Ovakav oblik treninga učestalije se koristi unutar natjecateljskog dijela sezone, dok su opća i bazična kondicijska priprema zastupljenije u njezinu pripremnom periodu. Također, igre u skraćenom prostoru moguće je koristiti kao središnji i završni dio treninga, ali ne i kao jedini trenažni sadržaj (Izidrović, 2016.). O igrama u skraćenom prostoru detaljnije će se govoriti u ostatku rada.

### 3.1.3. PRIMJERI AEROBNIH TRENINGA

#### *Kontinuirani aerobni trening*

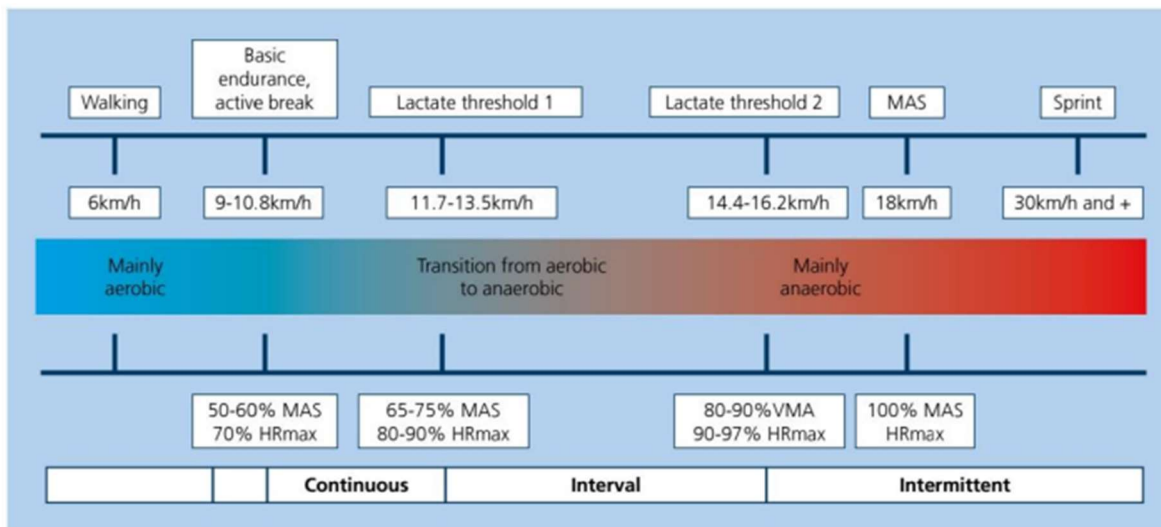
Kontinuirani oblik treninga karakterizira konstantno opterećenje od početka do kraja trenažnog procesa. Uz zadani ekstenzitet intenzitet treninga također ne varira, već ostaje nepromijenjen.

Najčešće je korišten u vidu dugotrajnih, nisko do srednje intenzivnih trčanja, koja mogu varirati od aerobne regeneracijske zone do aerobne intenzivne zone opterećenja. Ovakvim se tipom treninga poboljšava status krvožilnog i respiratornog sustava, preciznije dolazi do hipertrofije srčanog mišića, povećanja dubine disanja, povećanja broja mitohondrija u stanicama, unaprjeđenja udarnog volumena i alveolarne difuzije te same količine krvi u organizmu (Foretić i Veršić, 2019. ) Kontinuirani aerobni trening karakterističan je za pripremna i prijelazna razdoblja u nogometu, kada služi kao svojevrsna podloga intenzivnijim oblicima rada koji dolaze, odnosno pomaže očuvanju aerobnog statusa kroz aktivni odmor ako govorimo o prijelaznom razdoblju. Unutar natjecateljske sezone može se koristiti u svrhu ubrzane regeneracije nogometaša pri gustom rasporedu utakmica. Primjer ovakvog treninga bilo bi trčanje na intenzitetu 50 - 80% VO<sub>2</sub> max te pri intenzitetu od otprilike 60% maksimalne srčane frekvencije u trajanju od 20 do 30 min. Preduvjet određivanju intenziteta treninga je poznavanje određenih fiziološko anatomskih parametara pojedinca, o čemu će biti riječi u dijagnostici aerobne izdržljivosti.

#### *Diskontinuirani i intervalni aerobni trening*

Diskontinuirani aerobni trening podrazumijeva obavljanje zadanog rada bez prestanka, s izmjenjivanjem visokointenzivnih i niskointenzivnih faza rada. Manipulacijom intenziteta i ekstenziteta navedenih faza rada utječe se na ukupnu zahtjevnost diskontinuiranog treninga te ga je moguće prilagoditi pojedincu na osnovu njegova trenažnog statusa. Varijabilnost opterećenja u ovakvome treningu omogućava uključivanje anaerobne glikolize te intenziteta na granici i preko granice anaerobnoga laktatnog praga (3 - 5mmol/L). Zajedno s niskointenzivnim periodima ovim se putem istovremeno razvija tolerancija organizma na uvjete narušene homeostaze, izazvane nakupljanjem štetnih metaboličkih produkata anaerobnog metabolizma, što dovodi do jačanja puferskog sustava i povećava granicu anaerobnog praga. Kroz periode smanjenog intenziteta respiratorni i krvožilni sustav imaju zadaću razgradnjom ukloniti metaboličke produkte anaerobne glikolize, što ubrzava sposobnost aktivnog oporavka nogometaša. Navedeni su benefiti u skladu sa zahtjevima nogometne igre, koja je dominantno diskontinuiranog karaktera, a upravo iz tog razloga ovakav oblik treninga ima mjesta u kondicijskoj pripremi nogometaša. Ilustrativni primjer diskontinuiranog treninga bio bi *fartlek*. *Fartlek* je riječ koja dolazi iz švedskog jezika gdje u doslovnom prijevodu označava igru brzinom. To je diskontinuirani trening koji nije izrazito strukturiran, izmjenu visoko intenzivnih

i niže intenzivnih intervala određuje sam vježbač, u ovom slučaju nogometaš, prema vlastitom osjećaju. Isto se odnosi i na ekstenzitet treninga i dužinu pojedinog intervala. U nogometu može poslužiti kao odličan alat razbijanja monotonije treninga, koji se može koristiti u prijelaznom razdoblju nogometne sezone s ciljem zadržavanja osnove aerobnog statusa kroz aktivni odmor i rekreaciju. Također, različiti poligoni korišteni u vježbama zagrijavanja koji sadrže acikličke kretnje općeg ili specifičnog karaktera su diskontinuirani i nogometaš odgovara različitim promjenama intenziteta. (Foretić i Veršić, 2019. ) Prema tome, može se reći kako je diskontinuirani trening svojevrsni prijelaz iz aerobnih prema anaerobnim aktivnostima s obzirom da su oba elementa zastupljena shodno promjenama intenziteta. S druge strane, intervalni trening karakterizira jasno strukturiran odnos visoko i nisko intenzivnih intervala, uključujući njihov intenzitet, ekstenzitet te ostale parametre izvedbe poput brzine trčanja ili prijedene udaljenosti. Strogo je podložan kontroli s ciljem što većeg utjecaja na aerobni i anaerobni status nogometaša. Zbog naglašene potrebe za kontrolom opterećenja, intervalni trening uglavnom nije specifičan i pretežito se odrađuje kroz trkačke treninge. Intenzivna zona rada uglavnom varira od aerobno do anaerobno intenzivne, ovisno jesu li u treningu predviđeni dugi ili kratki intervali. Odmor je najčešće aktivan uz smanjenje intenziteta, dok kod izrazito intenzivnih kratkih dionica može biti i u potpunosti pasivan ili ispunjen hodanjem. Fiziološka podloga slična je diskontinuiranom treningu, izmjenom visokointenzivnih intervala i perioda aktivnog ili pasivnog odmora istovremeno se utječe na povećanje maksimalnog primitka kisika, toleranciju tijela na uvjete narušene homeostaze, što u konačnici znači povećanje anaerobnog praga, te na efektivnost aerobnih procesa pri razgradnji štetnih metabolita prouzročenih visoko intenzivnim intervalima. Zbog izrazitih anaerobnih zahtjeva pri maksimalnim opterećenjima dolazi i do povećanja međumišićne i unutarumišićne koordinacije, što povećava ekonomičnost određenoga pokreta i omogućava smanjenu potrošnju energije pri istom intenzitetu. Primjer intervalnog treninga bio bi *tabata protokol* s izmjenom brzih dionica i dionica odmora. Brza dionica u trajanju od 20 sekundi trči se brzinom od 120% MAS (maksimalne aerobne brzine), dok je odmor pasivan odnosno bez aktivnosti. Jedna serija izvodi se u trajanju od 4 minute, a broj serija varira od 2 – 4. Energetski procesi i njihova aktivnost prethodno objašnjeni, mogu se primijeniti na ovome primjeru. Manipulacijom intenziteta i ekstenziteta brzih i sporih dionica, ali i ukupnog ekstenziteta treninga, može se manipulirati karakterom intervalnog treninga.



Slika 6 - energetske procese u različitim metodama treninga

### Igre na skraćenom prostoru

Gust raspored u nogometnoj sezoni često znači veliku frekvenciju nogometnih utakmica, pa nije neobično da pojedini europski klubovi igraju utakmice i 2 puta unutar istoga tjedna. Ovakve okolnosti onemogućuju veliki volumen treninga i odvojen razvoj različitih motoričkih sposobnosti. Upravo zbog navedenih razloga, igre na skraćenom prostoru sve se više uključuju u kondicijsku pripremu nogometaša. Glavne prednosti ovih trenažnih metoda su izrazita specifičnost i sličnost nogometnoj igri, odnosno situacijama na travnjaku. Ovakvim pristupom moguće je istovremeno razvijati motoričke sposobnosti, uključujući aerobnu i anaerobnu izdržljivost, zajedno sa tehničko taktičkim vještinama. Na ovaj način povećava se ekonomičnost treninga, a zadržava njegova efikasnost. Ipak igre na skraćenom prostoru imaju i određene nedostatke. Otegotna okolnost ovakvog pristupa treningu je praćenje i kontrola intenziteta kod sportaša. Intervalnim ili kontinuiranim treninzima moguće je u potpunosti odrediti intenzitet kroz omjer rada i odmora i njihovih intenziteta, kao i ukupnog trajanja treninga. U ovom slučaju trener ima kontrolu jedino nad volumenom treninga dok je intenzitet uvjetovan situacijama unutar same igre koje nije moguće kontrolirati (odbijanje lopte, frekvencija i intenzitet duela i sl.). Bitno je naglasiti kako je nužan uvjet za implementaciju igara na skraćenom prostoru i zadovoljavajuće poznavanje nogometne tehnike i taktike. Ukoliko izostaje tehnička i taktička pripremljenost kod nogometaša ili sportaša, isto će biti limitirajući faktor postizanja intenziteta u ovakvom treningu. Na kontrolu intenziteta ipak se djelomično može utjecati. Promjena broja igrača, omjera igrača u protivničkim ekipama (npr.

5 protiv 3), tehničko-taktičkih zahtjeva (ograničen broj dodira s loptom, prisutnost golmana...), dimenzija terena i sl. mogu odrediti intenzitet ovakvoga treninga. Veći broj igrača na manjem prostoru, uz neograničen broj dodira i bez promjene taktičkih zahtjeva, prethodit će smanjenju intenziteta, dok će manji broj igrača na većim dimenzijama terena uz manipulaciju taktičko-tehničkih zahtjeva, poput prisutnosti vratara ili ograničenih dodira lopte, utjecati na povećanje intenziteta (Renholz, 2015.). Navedenim promjenama utječe se i na odnos energetske zahtjeva kod ovakvih oblika rada, a oni u nogometnome treningu uglavnom variraju između aerobno-ekstenzivne do anaerobno-intenzivne zone opterećenja. Opterećenje se prati na temelju srčane frekvencije, čije zone intenziteta možemo približno odrediti poznavajući njezin maksimum. Ukoliko trener primijeti odstupanje pojedinca od zadane zone opterećenja, gestikulacijama i prozivkama može dati trenutni impuls i ponovno uspostaviti zadani intenzitet kod pojedinoga nogometaša. Igre na skraćenom prostoru mogu biti središnji i završni dio treninga, ali ne i jedini trenajni sadržaj (Miloš Ivić, 2015.). Najveća zastupljenost je u natjecateljskom periodu zbog spomenute ekonomičnosti treninga.

Broj igrača	Dimenzije terena	Kvantifikacija	Efekti
3v3; 4v4	25x20 - 30x25	2x6x1 min (1,5-min odmor) – 3x6x2 min (1-min odmor)	Limitiranost taktičkih zahtjeva Veliki broj kontakata sa loptom Visok intenzitet Poboljšanje ubrzanja, deceleracije u promjeni pravca
5v5 – 7v7	40x30 - 60x35	4x4 min (2-min odmor) – 5x8 min (2-min odmor)	Prosječnost taktičkih zahtjeva Prosječan do veliki broj kontakata sa loptom Prosječan do visok intenzitet Ubrzanje, deceleracija i brza trčanja
8v8 – 11v11	70x40 - 90x45	3x12 min (2-min odmor) – 4x15 min (2-min odmor)	Veliki broj taktičkih zahtjeva Mali broj kontakata sa loptom Niži intenzitet (poboljšanje oporavka između akcija) Poboljšanje brzine trčanja Produženje aerobnih faza rada

*Slika 7 - različit utjecaj igara na skraćenom prostoru generiranih brojem igrača, dimenzijama terena i trajanjem opterećenja*

### *Integralni pristup u kondicijskoj pripremi*

Integralna kondicijska priprema obuhvaća specifičnu i situacijsku kondicijsku pripremu, koje objedinjuju istovremeni razvoj funkcionalnih i motoričkih sposobnosti paralelno s tehničko-taktičkim elementima određenog sporta. O navedenim terminima bilo je govora i prije, a cilj je ovakvoga kondicijskog pristupa povećanje ekonomičnosti i specifičnosti treninga sa što većim

transferom na samu igru. Vježbe se u integralnoj kondicijskog pripremi dijele na aerobne i anaerobne, dok se igre promatraju kao specifične (štafetni oblici, elementarne igre) ili situacijske (skraćeni prostor, realni uvjeti). Navedene se kategorije kombiniraju unutar treninga i dovode do maksimalne iskoristivosti vremena jer se razvojno djeluje i na aerobnu i anaerobnu izdržljivost kroz specifične i situacijske uvjete. Metodika razvoja izdržljivosti integralnim treningom temelji se na progresivnosti. Počinje se s najmanje zahtjevnim oblicima rada, poput aerobnih vježbi bez lopte, a s vremenom se u trening uključuju i anaerobne vježbe visokog intenziteta među kojima i otprije spomenute igre na skraćenom prostoru. Manja prisutnost taktičkih i tehničkih zahtijeva često znači i povećani energetski intenzitet vježbe, jer je smanjena mogućnost pogreške ili prekida rada. Za ovakav su pristup karakteristični različiti poligoni ili stanični oblici rada bogati kretnjama specifičnim nogometu koje mogu i ne moraju uključivati loptu. Primjer jedne stanice u anaerobnom treningu bez lopte mogu biti koordinacijske ljestve s različitim zadacima koje je cilj maksimalno brzo izvesti u zadanome vremenskom intervalu. Primjer aerobnog treninga bez lopte može biti poligon s koordinacijskim ljestvama, obručima i čunjevima koji se kontinuirano izvodi u aerobnim zonama opterećenja. Uključivanjem lopte povećava se tehnička zahtjevnost i specifičnost treninga. Također nogometaši postaju kognitivno angažirani jer u kratkom vremenu moraju donositi što ispravnije odluke, a sve od navedenog simulira događaje na travnjaku i poboljšava izvedbu nogometaša.



Slika 8 - integralni trening izdržljivosti

<b>RB</b>	<b>METODSKI REDOSLIJED</b>	<b>TIP TRENINGA</b>
1.	Aerobne vježbe bez lopte	SPECIFIČNI TRENING
2.	Anaerobne vježbe bez lopte	SPECIFIČNI TRENING
3.	Igre bez lopte	SPECIFIČNI TRENING
4.	Tehničke aerobne vježbe s loptom	SPECIFIČNI TRENING
5.	Tehničke anaerobne vježbe s loptom	SPECIFIČNI TRENING
6.	Tehničke igre s loptom	SPECIFIČNI TRENING
7.	Tehničko-taktičke aerobne vježbe	SITUACIJSKI TRENING
8.	Tehničko-taktičke anaerobne vježbe	SITUACIJSKI TRENING
9.	Tehničko-taktičke igre u skraćenom prostoru	SITUACIJSKI TRENING
10.	Tehničko-taktičke igre s modificiranim pravilima	SITUACIJSKI TRENING

*Slika 9 - metodika razvoja izdržljivosti integralnim treningom*



## 4. DIJAGNOSTIKA AEROBNE IZDRŽLJIVOSTI

Dijagnostika je neizostavno područje u kondicijskoj pripremi i daje uvid u stupanj razvijenosti sportaševih antropoloških osobina i sposobnosti pa tako i aerobne izdržljivosti. Na ovaj se način omogućava određivanje trenutne pripremljenosti sportaša, koja se onda može usporediti s određenim modelima vrhunske sportske pripremljenosti. Najčešće obuhvaća inicijalna, tranzitivna i finalna mjerenja. Trenutno stanje aerobne izdržljivosti definira se parametrima poput maksimalnog primitka kisika, maksimalne aerobne brzine (brzine trčanja pri maksimalnom primitku kisika), brzine trčanja na anaerobnom pragu, maksimalne srčane frekvencije i njezina odgovora na opterećenje, maksimalne brzine i sl. Navedeni parametri određuju se različitim testovima prilagođenim dijagnostici zadanih sposobnosti, a kasnije doprinose planiranju i programiranju treninga. Dijagnostika najveću primjenu ima u pripremnom periodu nogometne sezone gdje daje uvid u treniranost svakog pojedinog nogometaša i cijele ekipe te predstavlja smjernice i temelj za daljnji trening. U dijagnostici se mogu koristiti laboratorijski i terenski testovi. Laboratorijska su testiranja izrazito precizna i daju detaljan uvid u sposobnosti sportaša, ali nisu primjenjiva i jednako dostupna kao terenski testovi. Obavljaju se individualno u idealnim uvjetima, uglavnom u kombinaciji rada na pokretnom sagu, biciklističkom ili veslačkom ergometru, zajedno s praćenjem spiroergometrijskih i ventilacijskih parametara. S druge strane, terenski su testovi primjenjiviji i praktičniji, ali sadržavaju veću mogućnost pogreške. Ovim je putem moguće istovremeno testirati veliki broj nogometaša, a rezultati su indirektno utvrđeni s obzirom na povezanost rezultata na terenskim testovima i predviđenih fizioloških vrijednosti. Terenski testovi mogu biti općeg ili specifičnog karaktera s obzirom na kretnu strukturu i fizičke zahtjeve testa. Primjeri navedenih oblika testiranja bit će predstavljeni u nastavku.

### *Protokol za mjerenje maksimalnog primitka kisika*

Maksimalni primitak kisika i točka anaerobnog praga najčešće se mjere na pokretnom sagu uz odgovarajuću spiroergometrijsku opremu. Zbog izjednačavanja realnih uvjeta pri trčanju na otvorenome, postavlja se nagib od 1 do 2 stupnja. Ovaj laboratorijski test može se primjenjivati i u rekreativnom sportu, kao indikator manjkavosti aerobnog kapaciteta, odnosno radne sposobnosti pojedinca i identifikacije patofizioloških stanja. Ipak, u nogometu ima svrhu dijagnosticiranja fizioloških parametara koji se kasnije mogu praktično primijeniti u treningu.

Ovim laboratorijskim testom doznajemo niz takvih parametara poput maksimalne srčane frekvencije, aerobnog i anaerobnog praga, maksimalnog primitka kisika i sl. Na osnovu navedenoga mogu se odrediti zone opterećenja za svakog pojedinog nogometaša. Ovakva testiranja su skupa i teže primjenjiva, ali izrazito precizna. Protokol počinje tako da sportaš počinje šetati na pokretnom sagu brzinom od 3 km/h. Brzina se svaku narednu minutu povećava, a kada dosegne 8 km/h, ispitanik počinje trčati. Test se u pravilu izvodi do iscrpljenja ako nema limitirajućih faktora. Kriteriji dosezanja razine iscrpljenja jesu plato porasta maksimalnog primitka kisika, stabilizacija maksimalne srčane frekvencije, respiracijski kvocijent veći od 1.15 te subjektivno opterećenje 18. razine na Borgovoj skali.

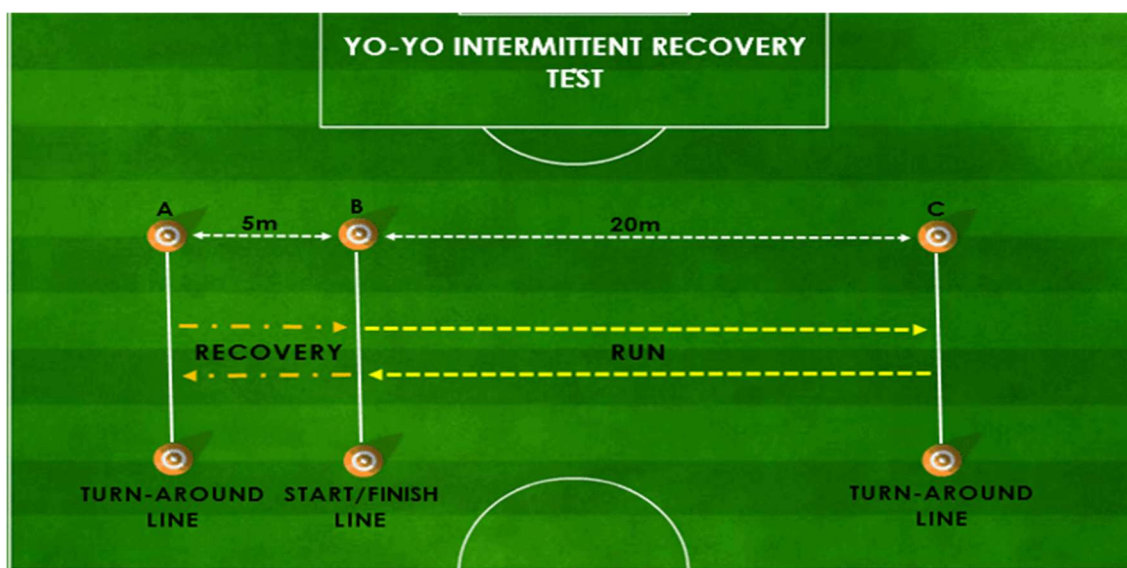
br.	ID testa	Naziv testa	Mj. jedinica
1.	$VO_{2\max}$	Maksimalni primitak kisika	l/min
2.	$VO_{2\max}/kg$	Relativni maksimalni primitak kisika	ml/kg/min
3.	$FS_{max}$	Maksimalna frekvencija srca	otk/min
4.	$VO_2/HR$	Maksimalni puls kisika (HR – frekvencija srca)	ml/otk/min
5.	$VE_{max}$	Maksimalna minutna ventilacija	l/min
6.	$VT_{max}$	Maksimalni dišni volumen	l
7.	$Rf_{max}$	Maksimalna frekvencija disanja	ud/min
8.	$VeEq$	Dišni ekvivalent	
9.	$V_{VO_{2\max}}$	Brzina trčanja pri $VO_{2\max}$	km/h
0.	$V_{max}$	Maksimalna brzina pokretnog saka	km/h
1.	$VO_{2VT}$	Primitak kisika pri anaerobnom ventilacijskom pragu (VT)	l/min
2.	$VO_{2VT}/kg$	Relativni primitak kisika pri anaerobnom ventilacijskom pragu	ml/kg/min
3.	$FS_{VT}$	Frekvencija srca pri anaerobnom ventilacijskom pragu (VT)	otk/min
4.	$V_{VT}$	Brzina pokretne trake pri anaerobnom ventilacijskom pragu	km/h
5.	$Tempo_{VT}$	Tempo trčanja pri ventilacijskom pragu (VT)	%
6.	$\%VO_{2VT}$	% $VO_2$ pri anaerobnom pragu od $VO_{2\max}$	%

*Slika 10 - parametri dobiveni laboratorijskim testiranjem maksimalnog primitka kisika*

### *Yo Yo test*

Yo yo test primjer je terenskog testa aerobne izdržljivosti kojim se određuju isti parametri kao i u prethodno opisanome testu. Ipak, postoje određene razlike. Yo yo test izrazito je primjenjiv i omogućava praktički istovremeno testiranje velikog broja igrača. Ovim se testom precizno mogu odrediti maksimalna srčana frekvencija i maksimalna aerobna brzina, dok se indirektno određuje („pogađa“) maksimalni primitak kisika. Zone opterećenja određuju se na osnovi maksimalne srčane frekvencije, a zbog izostanka spiroergometrijskih parametara, zone nisu striktno određene i postoji mogućnost pogreške. Unatoč određenome nedostatku preciznosti,

yo yo test izrazito je praktičan i prisutan u dijagnostici kondicijske pripreme nogometaša. Postoje dvije varijante ovoga testa: yo yo test za procjenu aciklične aerobne izdržljivosti i yo yo test za procjenu brzine oporavka između aktivnosti aerobno-anaerobnog karaktera. Razlike između ovih testiranja temelje se na intervalu pauze koji je nešto duži kod druge varijante, a sastavni je dio ovoga testiranja (Pudja i Nikolovski, 2012.). Test se izvodi na nogometnom travnjaku duljine 40m, a odvijanje testa teče prema zvučnim signalima koji određuju brzinu trčanja pojedinih dionica. Svi igrači testiranje počinju sa zajedničke linije, s međusobnim bočnim razmakom od 2 m. Linije i razmak među igračima određen je čunjevima. Nakon prvoga zvučnoga signala imaju zadatak otrčati do nasuprotne linije prije nego se zvučni signal ponovi. Nakon toga, mijenjaju smjer i trče na početnu liniju, ponovno stižući u vrijeme zvučnoga signala. Pri povratku igrači lagano otrčavaju do čunja udaljenog 2.5 m iza starta u vremenu od 5 sekundi, nakon čega se vraćaju na startnu liniju i ponavljaju protokol. Brzina trčanja progresivno raste regulirana zvučnim signalima koji se javljaju u propisanim razmacima. Test se prekida kada sportaš dva uzastopna puta zakasni na pojedini zvučni signal ili prestane s testom zbog prevelikog subjektivnog opterećenja. Preduvjet su za objektivnost ovoga testiranja odmorni i izrazito motivirani sportaši. Ako se testira brzina oporavka nogometaša između aerobno-anaerobnih aktivnosti, spomenuta udaljenost „zone odmora“ između dionica povećava se s 2.5 na 5 metara, a vrijeme otrčavanja iste s 5 na 10 sekundi.



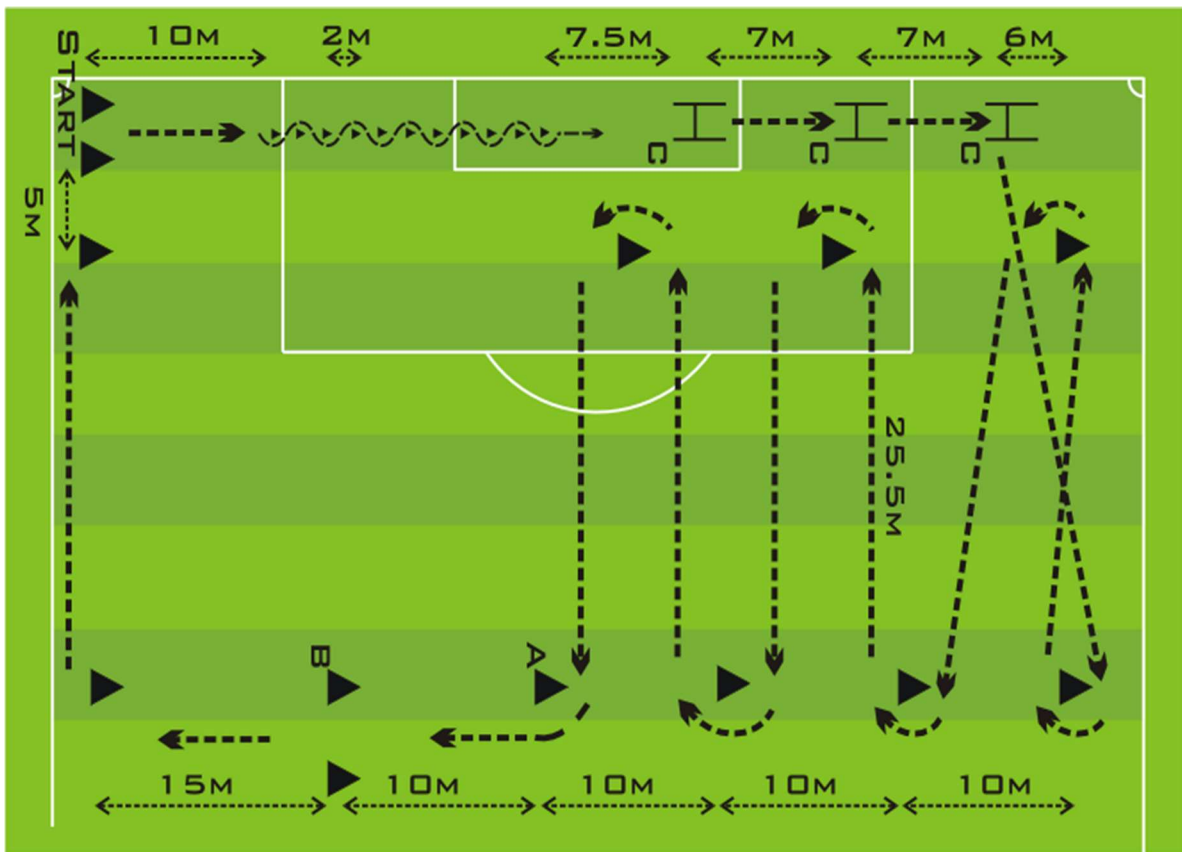
Slika 11 - grafički prikaz yo - yo testa

YO-YO TEST			
yo yo level	yo yo sped (km/h)	yo yo udaljenost (m)	yo yo - VO2max (mL/min/kg)
20,4	17,5	2520	57,57
20,2	17,5	2440	56,90
19,6	17,0	2280	55,55
19,4	17,0	2200	54,88
19,4	17,0	2200	54,88
19,4	17,0	2200	54,88
19,4	17,0	2200	54,88
19,2	17,0	2120	54,21
19,2	17,0	2120	54,21
19,2	17,0	2120	54,21
19,2	17,0	2120	54,21
19,1	17,0	2080	53,87
18,2	16,5	1800	51,52
18,1	16,5	1760	51,18
18,1	16,5	1760	51,18

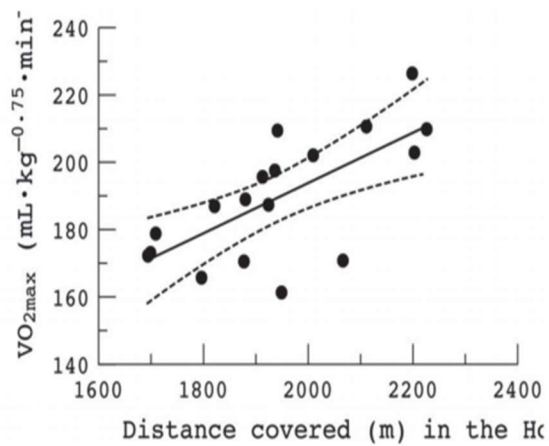
*Slika 12 - indirektne vrijednosti VO2 max dobivene yo- yo testom*

### *Hoffov test*

Hoffov test također spada u skupinu aerobnih terenskih testova, ali je za razliku od yo-yo testa specifičan, što znači da sadrži kretnje specifične nogometu, uključujući i vođenje lopte. Za specifične testove karakteristične su kretnje poput lateralnih jednonožnih skokova, uzastopnih skokova, koordinacijskih ljestvi, različitih slaloma s loptom i sl. Ovaj se test koristi u dijagnostici aerobne izdržljivosti, a istraživanja pokazuju da razina rezultata na testu visoko korelira s razinom maksimalnog primitka kisika (Pudja i Nikolovski 2012.) Važno je istaknuti kako tehnika može biti limitirajući faktor kod ovakvih testiranja, pa nije nemoguće da izdržljiviji nogometaši zbog lošije nogometne tehnike postizu rezultate slabijih vrijednosti. Test se izvodi u vremenu od 10 minuta, a nogometašu je nužno naglasiti vremensku točku od 5 i 9 minuta. Igrač kreće vodeći loptu od vrata. Test započinje sa startne linije odakle sportaš vodeći loptu prelazi udaljenost od 12 m i dolazi do 8 uzastopnih čunjeva međusobnog razmaka 2 m. Sportaš vodi loptu kroz čunjeve nakon čega ga dočekuju 3 uzastopne prepone koje sunožno preskače, zadržavajući kontrolu nad loptom. Zatim skreće bočno i nastavlja kretanje s loptom mijenjajući smjer između 7 dijagonalno postavljenih čunjeva, odakle se s loptom usmjerava prema 8. čunju. Od 8. do 9. čunja vodi loptu unazad, a zatim nastavlja normalno vođenje natrag do starta gdje ponavlja sve navedeno. Bolji rezultat testa predstavlja što veći broj odrađenih krugova u razdoblju od 10 minuta.



Slika 13 - grafički prikaz Hoffovog testa



Slika 14 - korelacija vrijednosti Hoffovog testa i maksimalnog primitka kisika

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj ovoga rada bilo je predstavljanje anatomske-fiziološke pozadine aerobne izdržljivosti, promatrane kroz aspekte treninga i metoda njezina razvoja, kao i dijagnostičkih postupaka. Sve navedeno analiziralo se u kontekstu nogometa, jednog od najpopularnijih svjetskih sportova koji strukturalno pripada kategoriji složenih sportskih igara. Aerobna izdržljivost je funkcionalna sposobnost koja zajedno s anaerobnim oblicima izdržljivosti ispunjava glavne preduvjete uspješnosti u nogometu. Nogometna utakmica donosi dugotrajne fizičke zahtjeve koji mogu trajati i do 140 minuta, uključujući zagrijavanje prije utakmice te period odmora među poluvremenima. Sportaš je u navedenom razdoblju pretežito aerobno aktivan uz određena posezanja za anaerobnim izvorima energije, ovisno o situacijama na terenu. Upravo iz ovog razloga, važno je dovesti aerobni status svakog pojedinog nogometaša na što kvalitetniju razinu, kako bi se povećala kvaliteta njegove izvedbe, zajedno sa sposobnostima trenutne regeneracije, ali i zadržavanja visoke sportske forme tijekom sezone. Razvoj ove sposobnosti usko je vezan uz razvoj kardiovaskularnih i respiratornih kapaciteta, s obzirom da se temelji na transportu i iskoristivosti kisika za oksidativne procese stvaranja energije. Metode razvoja aerobne izdržljivosti mogu biti kontinuirane, diskontinuirane ili intervalne, ovisno o ekstenzitetu i intenzitetu treninga, ali prvenstveno odnosu rada i odmora. Vježbe korištene u treningu uglavnom dijelimo na opće, bazične, specifične i situacijske, kao i istoimene vrste kondicijske pripreme. Opća i bazična kondicijska priprema uglavnom ispunjavaju pripremne i prijelazna razdoblja nogometne sezone, dok se zbog potrebe za većom ekonomičnosti treninga u natjecateljski period uključuju specifična i situacijska kondicijska priprema. Takvi oblici rada objedinjuju se igrama na skraćenom prostoru koje istovremenu super kompenzacijski djeluju na širok spektar funkcionalnih i motoričkih sposobnosti zbog iznimne sličnosti kretnim strukturama i podražajima u nogometnoj igri. Dijagnostika aerobne izdržljivosti provodi se terenskim i laboratorijskim testiranjima, a primjeri takvih testiranja istaknuti su u ovome radu. Laboratorijska testiranja precizna su i pouzdana, ali ne i jednako dostupna i lako primjenjiva kao terenska testiranja. Za optimalan razvoj aerobnog statusa i aerobne izdržljivosti u nogometu potrebno je precizno dijagnosticirati ovu sposobnost i stupanj njezina razvoja, trenažnim metodama prilagođavati intenzitet i ekstenzitet s ciljem postizanja maksimalnih vrijednosti, pri tom izbjegavajući pretreniranost i opadanje sportske forme, kao i potencijalne ometajuće faktore poput neadekvatne prehrane sportaša, nekvalitetnog odmora, narušenog sna i sl. Uspjeh

u navedenome mjeri se u kontekstu transfera efekata treninga u nogometnu igru, kao i poboljšanih vrijednosti prvotno dijagnosticiranih parametara aerobne izdržljivosti.

## 6. LITERATURA

1. Foretić, N., Veršić, Š., Žuvela, F. - materijali iz usmjerenja *Kondicijska priprema sportaša 2019*, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu
2. Idrizović, K., Živković, V. (2014.) *Igre na skraćenom terenu (small sided games) (ne)kompletan alat u nogometnom kondicijskom treningu*, Zbornik radova 12. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske, Zagreb
3. Marković, G., Bradić, A. (2008.) *Nogomet: integralni kondicijski trening*, Udruga „Tjelesno vježbanje i zdravlje“, Zagreb
4. Pudja, D., Nikolovski, I. (2012.) *Dijagnostika izdržljivosti u nogometu*, Zbornik radova 10. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske, Zagreb
5. Reinholz, K., Matušinski, M. (2015.) *Određivanje i praćenje fiziološkog opterećenja kod igara na skraćenom prostoru u nogometu*, Zbornik radova 13. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske, Zagreb
6. Sekulić, D. (2015.) *Analiza stanja i transformacijski postupci u kineziologiji*
7. Šentija, D. (2015.) ulomak iz *Priručnik za nogometne trenere Uefa „B“*, Hrvatski nogometni savez – nogometna akademija, Zagreb
8. Ivić, M. (2013.) *Primena pojedinih metoda za razvoj izdržljivosti fudbalera*, diplomski rad, Univerzitet u Beogradu, Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Beograd