

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



ЗАВРШНИ РАД

студент: Весна Радомиров

ментор: ван. проф. др Владимир Илић

Београд, 2018. год.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ СПОРТА И ФИЗИЧКОГ ВАСПИТАЊА



ЗАВРШНИ РАД
тема: Моделне карактеристике
функционалних способности
фудбалера

студент: Весна Радомиров

чланови Комисије:
ван. проф. др Владимир Илић
доцент др Бојан Леонтијевић
ван. проф. др Дејан Сузовић

Београд, 2018. год.

САДРЖАЈ:

1. УВОД	1
2. ДЕФИНИЦИЈЕ ОСНОВНИХ ПОЈМОВА	3
3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ И ЗАДАЦИ РАДА	6
4. МЕТОД РАДА	6
5. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА	7
5.1. Енергетски захтеви фудбалске игре	7
5.1.1. Енергетске трансформације у анаеробним и аеробним условима у фудбалу.....	8
5.1.2. Улога хранљивих материја у метаболизму фудбалских кретних активности.....	18
5.1.3. Анаеробна моћ и капацитет врхунских фудбалера.....	22
5.1.4. Аеробна моћ и капацитет.....	25
5.2. Физиолошка анализа такмичарске и тренажне активности	37
5.2.1. Анализа физиолошких компоненти утакмице.....	37
5.2.1.1. Високо-интензивно трчање и стандард игре.....	44
5.2.1.2. Утицај тактике тима на физичке захтеве фудбалера.....	46
5.2.2. Физиолошке компоненте фудбалског тренинга.....	47
5.2.2.1. Зоне интензитета оптерећења.....	49
5.2.2.2. Теренски мониторинг.....	61
6. ЗАКЉУЧАК	67
7. ЛИТЕРАТУРА	68

1. УВОД

Фудбал – игра која хипнотише свет, данас је најпопуларнији спорт, који се упражњава међу мушком и све више међу женском популацијом, у свакој земљи на планети, без изузетка. Фудбал као феномен спаја народе, руши вековне мрачне традиције, оплемењује људе, укида баријере и предрасуде, када су у питању различита друштвена уређења, идеологије, обичаји, вера или боја коже. Данас, на свим континентима постао је део културе живљења огромног броја људи, свих доба. Често се о фудбалу говори као о „најважнијој споредној ствари на свету“. Лепота фудбала, у оном правом исконском облику, одражава у и спортским срцима људи рекреативаца и међу децом озареног лица, који му свакодневно дају смисао и вишеструку животну и здравствену функцију. Процењује се да се фудбалом, професионално или аматерски, бави између 250 и 300 милиона људи.

Фудбалска игра је мултидисциплинарно подручје. Последњих деценија приметан је задивљујући развој свих научних дисциплина које прате фудбал. Капацитет и квалитет тренинга, као и шароликост метода тренинга, убрзано се развијају последњих година. За разлику од фудбала у послератним годинама, у којем је преовлађивао аматерски спортски принцип, иза данашњих шампиона стоји моћни менаџмент и екипа најразличитијих стручњака и научника. Тренери су постајали све отворенији за савремене научне приступе фудбалском тренингу и такмичењу. Клубови који су ишли у корак са актуелном науком, бивају награђени успехом и резултатом у односу на оне који се нису мењали. Енергетика фудбала тј. физиолошки захтеви игре и тренинга, једна су од најважнијих области преко које се остварује утицај науке на популарну игру. Циљ спортског физиолога обухвата праћење спектра адаптационих одговора свих особа укључених у фудбалске активности и примену добијених резултата у свакодневни рад.

Фудбал је спорт испрекиданог типа, који укључује аеробну и анаеробну потрошњу енергије, и као такав, физиолошки захтеви играча током утакмице и тренинга, предмет су многих истраживања дуги низ година. Од фудбалера се захтева понављање различитих видова активности као што су: цогирање, скакање, трчање, спринт и специфичне техничко-тактичке вештине, што је физички веома захтевно. Кретања на утакмици се изводе ниским, умереним до високим интензитетима, где

играчи обично претрчавају растојања од 9-12 км, са променама смера сваких 6 секунди (Трирај, 2016).

Тактички задаци и ситуациони ефекат су повезани са индивидуалном позицијом и нивоом конкурентности и утичу на рад високог интензитета у игри. Иако играчи обављају активности нижег интензитета више од 70% игре, мерења срчане фреквенције и телесне температуре, указују да је просечна потрошња кисеоника врхунских фудбалера око 70% VO_2max . Ово се делом објашњава кратким високоинтензивним радњама (150-250) током утакмице, што указује на висок проценат коришћења *CP*-а и гликолизе веома често током утакмице. Мишићни гликоген је најважнији супстрат за производњу енергије, а замор на крају утакмице је повезан са смањењем резерви гликогена у појединим мишићним влакнима. Оксидација масти се постепено повећава током игре, делимично компензујући потрошњу мишићног гликогена. Замор се такође догађа привремено током игре (Бангсбо, 2014).

Улога физиолошких знања фудбала није ни кључна, ни безначајна. Она треба да буду подршка врхунском спортисти у препознавању капацитета за физичку активност, асистенцији у развијању оптималних метода тренинга, научној контроли тренажног процеса и саветодавној активности, која се тиче смањења претренираности. Осим врхунских фудбалера, пажња мора бити поклоњена и спортистима који се такмиче на нижим нивоима – деци, адолесцентима или старијим особама. Знања морају да служе и рекреативним спортистима, који уживају у неформалним фудбалским такмичењима и којима је једини циљ побољшање здравственог стања и осећај животног задовољства. Улога научника у тимским спортовима је сложен проблем у којем тежи да повеже особине фудбалера са захтевима игре, тј. да скуп појединаца уклопи у ефективну тимску целину.

Током утакмице, коначан успех може бити резултат избора одговарајуће стратегије и тактике, без потенцирања физиолошких карактеристика. Тренер може и мора да користи научне информације да би избегао грешке и повећао шансу да екипу припреми на високом нивоу. Начин игре и избор тактике су ствар тренера, сходно објективним информацијама које поседује о сопственом тиму, противнику и условима игре. Научна подршка би управо требала да пружи прави курс за практичара, а никако да преузме контролу над игром. Фудбал је игра која зависи од случаја и делимично је одређена вероватноћом. Управо та неизвесност је део његове лепоте. Научни приступ фудбалу никада не може да угрози уживање играча и навијача. Тај приступ може само да пружи тиму могућност да искористи своје могућности на најбољи могући начин.

2. ДЕФИНИЦИЈЕ ОСНОВНИХ ПОЈМОВА

Да би се пратио материјал и схватила суштина Завршног рада, дате су дефиниције и објашњења основних појмова коришћених у раду.

Тренинг – спортски тренинг је скуп телесних оптерећења која изазивају функционално и морфолошко прилагођавање, као и промене организма. То је планско и систематско деловање на спортисту коришћењем различитих метода и средстава (вежби) са циљем развијања моторичких способности, учења спортских вештина и довођења спортисте до највиших могућих резултата/успеха. Појам тренинга обухвата физичку, техничку, тактичку, психолошку и теоријску припрему.

Аеробни тренинг - методе рада за развој и одржавање аеробне моћи и аеробног капацитета спортиста

Аеробна моћ (снага) – количина енергије која се добија из аеробних процеса (оксидацијом хранљивих материја) у току 1 минута. Максимална потрошња кисеоника у времену од 1 минута.

Аеробни капацитет – укупна количина енергије коју спортиста може да ослободи у аеробном режиму рада, независно од времена у којем ће се остварити.

Анаеробни тренинг – методе рада за развој и одржавање анаеробно-лактатне, анаеробно-алактатне моћи и анаеробног капацитета спортиста.

Анаеробно-лактатна моћ – максимална брзина нагомилавања млечне киселине у времену од 1 минута.

Анаеробно- алактатна моћ – максимална брзина разлагања *CP*-а.

Анаеробно-лактатни капацитет – максимално нагомилавање млечне киселине у крви или максимални кисеонички дуг.

Анаеробно-алактатни капацитет – максимална количина *CP*-а у мишићима или величина алактатног кисеоничког дуга.

Аеробни праг – се налази на месту првог, *умереног* пораста концентрације лактата у крви и најчешће се јавља при концентрацији од 2 ммол/л крви. Представља тренутак када се енергија добија аеробним путем, а када започињу и анаеробни процеси добијања енергије. Радом испод аеробног прага убрзавају се процеси опоравка.

Анаеробни праг – се налази на месту другог, *наглог* пораста концентрације лактата у крви и најчешће се јавља при концентрацији од 4 ммол/л. То је тренутак када претежно започиње анаеробни процес стварања енергије сагоревањем угљених хидрата, нагло стварање CO₂ и хипервентилација. Радом на анаеробном прагу количина кисеоника, која се путем респираторног и кардио-васкуларног система унесе и транспортује до активних мишића *изједначава* се са потрошњом. Успоставља се тзв. „стабилно стање“ и рад се у континуитету може вршити дуже време. Радом на анаеробном прагу развија се максимална потрошња кисеоника (VO₂max).

АТФ – аденозин-три-фосфат

СР – креатин-фосфат

Глукоза – грожђани шећер, врло важан угљени хидрат у енергетском метаболизму

Гликоген – депо глукозе у јетри и мишићима

Гликогенеза – претварање глукозе у гликоген

Гликогенолиза – стварање глукозе из гликогена

Гликолиза – претварање глукозе из пирувата

Глукогеногенеза – стварање глукозе из масти и протеина

Килокалорија (kcal) – мерна јединица количине енергије. Једна kcal представља количину енергије која је потребна да би се 1л воде са 0°C загрејао на 1°C.

VO₂max – максимални утрошак кисеоника при раду максималног интензитета изражена у Л/мин. Мера је максималне аеробне моћи, односно достигнута је максимална моћ синтезе АТФ-а аеробним путем. Са даљим повећањем интензитета рада, утрошак кисеоника (VO₂) остаје на достигнутој вредности.

Зоне интензитета тренинга – су релативно прецизно дефинисани интервали срчане фреквенције, одређени са циљем активирања области срчаног пулса у којима срце и цео организам раде на одговарајући начин, према циљу који је постављен у току тренинга.

Изддржљивост – моторичка способност да се нека активност врши дуже време без снижења њене ефикасности. Способност супротстављања замору. Дели се на аеробну, анаеробну-алактатну и анаеробну-лактатну.

Интензитет – степен уложеног рада, тј. количина извршеног рада за одређено време. Показатељ интензитета је потрошња енергије по јединици времена.

Мониторинг у спорту – континуирано и константно праћење реакције спортисте на тренажна оптерећења и самим тим коришћење тих информација да би се извршила корекција плана и програма рада.

О₂ дуг – кисеонички дуг изражен у л/мин. То је утрошак кисеоника у опоравку, који је изнад утрошка кисеоника у мировању. Мера је анаеробног капацитета. Има тзв. брзу и спору компоненту.

Обим тренинга – количина извршеног рада изражена у метрима, килограмима, секундама, броју понављања итд.

Оптерећење – утицај физичких вежби на организам спортисте, који изазива активну реакцију његових функционалних система.

Спољашње оптерећење – одређује се интензитетом и обимом, где битну компоненту представља учесталост тренинга

Суперкомпензација – пораст физичке радне способности. Фаза повећаних енергетских потенцијала изнад 100%.

Тренираност – специфична способност живог организма да се мења и усавршава под утицајем физичког вежбања.

Унутрашње оптерећење – представља прилагођавање организма које се огледа у степену и карактеру физиолошких и биохемијских промена у организму, као и у одређеном степену психичких захтева.

Фреквенција срца (пулс) – је број откуцаја срца у току 1 мин. Један је од објективних показатеља интензитета, који је доступан тренеру. На основу пулса се одређују зоне интензитета.

3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ И ЗАДАЦИ РАДА

Предмет рада је презентовање моделних карактеристика функционалних способности фудбалера. У првом делу рада обрађени су енергетски трансформациони процеси током фудбалске игре, метаболизам хранљивих материја и анаеробне и аеробне функционалне способности фудбалера. Други део рада анализира физиолошке компоненте фудбалске утакмице и приказује конкретне примере вежби за сваку зону интензитета оптерећења тренинга.

Основни циљ овог рада је да се сагледају функционалне способности у целокупном тренажном и такмичарском процесу фудбалера, као и њихове функционалне карактеристике, које су од кључног значаја за напредовање и постизање високих спортских резултата.

Задаци рада су претраживање, прикупљање, и анализа доступне литературе, као и обрада и интерпретација података на што разумљивији начин за читаоца.

4. МЕТОД РАДА

Током израде рада коришћен је дескриптивно-библиографски метод рада. Ова метода подразумева прикупљање, анализу и интерпретацију података, превасходно теоријско-контемплативним начином, а на бази података релевантне библиографске грађе. Приликом непосредне реализације библиографско-дескриптивне методе, основни извор података су стручне библиографске јединице (књиге, уџбеници, часописи, научни радови и др.) и здрав разум, односно, примена формалне логике (Перић, Д., 2000).

5. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР РАДА

5.1 ЕНЕРГЕТСКИ ЗАХТЕВИ ФУДБАЛСКЕ ИГРЕ

Енергија је есенцијална за све облике живота. За сваку мишићну контракцију неопходна је енергија. Она се дефинише као способност за вршење рада (Ђорђевић-Никић, 2002). Људски организам за своје активности непрекидно троши енергију која мора стално да се надокнађује (Илић, 2010). Спортска форма спортисте у највећем делу зависи од биоенергетских (функционалних) и антропомоторичких (биодинамичних) способности. Биоенергетске могућности организма су најважнији фактори који лимитирају физичку радну способност спортисте (Стефановић и сар., 2010). Целокупан хемизам и енергетика мишићне активности заснива се на разградњи и обнављању АТП-а. У мишићним ћелијама постоје три метаболичка процеса током којих долази до стварања АТП-а: 1) фосфагенски, 2) гликолиза (лактацидни), и 3) аеробни (оксидативни). Основне карактеристике физичког рада: интензитет, трајање и карактер условљавају доминацију једног од ових процеса за обезбеђивање енергије. У реалним условима спортског тренинга сва три система учествују у продукцији енергије, при чему интензитет рада условљава доминацију једног. У раду високог интензитета првенствено се ангажују брзи анаеробни механизми, док у раду средњег и ниског интензитета доминирају аеробни процеси (Ђорђевић-Никић, 2002).

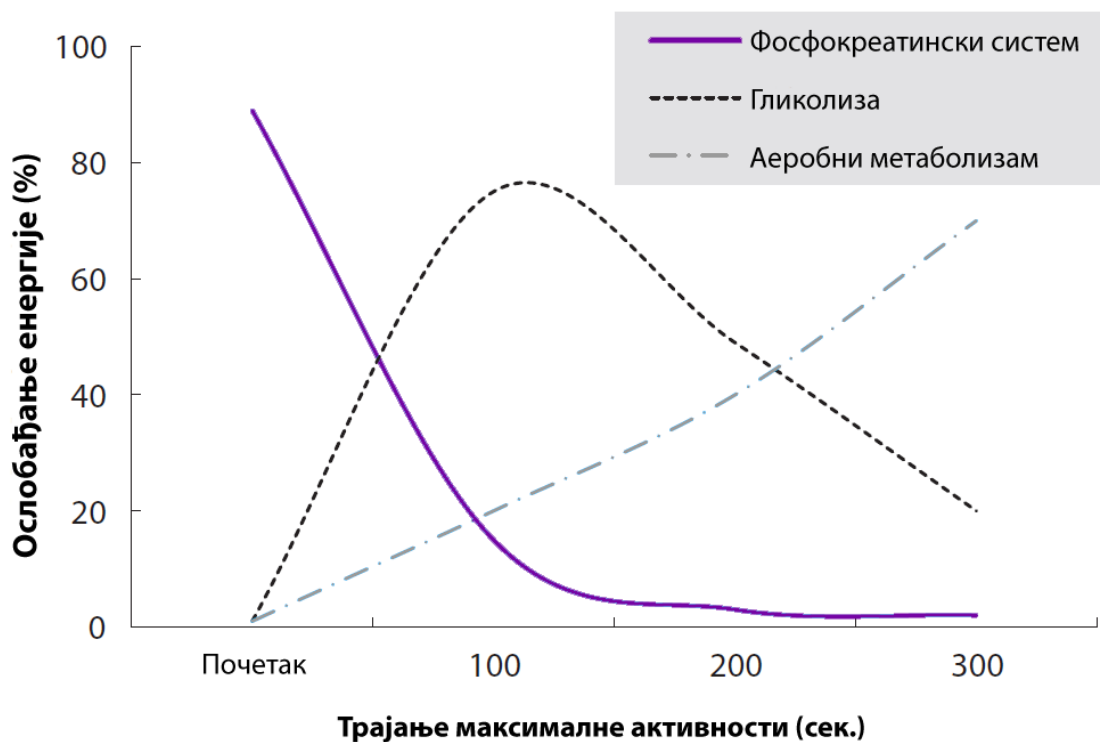
У стању мировања просечан фудбалер тежак 75кг, троши енергију динамиком од око 1,2 kcal сваког минута. Док мирује, мање од 1/5 енергетске потрошње одлази на скелетну мускулатуру. Међутим, када почне тренинг или утакмица, долази до знатног повећања потрошње енергије која је углавном последица ангажовања активне скелетне мускулатуре. Минутни волумен срца (укупна количина крви коју срце испумпа за 1 мин.) и срчана фреквенција расту као последица убрзаног метаболизма читавог организма. Током интензивног тренинга или утакмице, укупна потрошња енергије повећава се за 15-20 пута изнад вредности у мировању, што доводи до калоријске потрошње од око 18-30 kcal/мин. Током читаве утакмице, зависно од динамике игре, потроши се између 800 и 2.000 kcal. Главни део ове потрошње (преко 70%) односи се на обезбеђивање горива за активну мускулатуру, која може повећати енергетске захтеве чак 200 пута. Успешан ће бити онај фудбалер који успе да што раније и боље одговори тим повећаним захтевима, оспособљавајући сопствени организам да створи енергију ефикасно и квалитетно (Остојић, 2015).

5.1.1. ЕНЕРГЕТСКЕ ТРАНСФОРМАЦИЈЕ У АНАЕРОБНИМ И АЕРОБНИМ УСЛОВИМА У ФУДБАЛУ

Потенцијална метаболичка хемијска енергија („гориво“) потребна за функционисање у миру и напору уноси се исхраном. Угљени хидрати, масти и протеини из намирница поседују „сакривени“ енергетски потенцијал који се низом хемијских реакција трансформише и депонује у форми високоенергетског једињења аденозин-трифосфата (АТП-а), састављеног од аденина, рибозе и три фосфатне групе (Остојић, 2015). Свака фосфатна група је везана тзв. високоенергетским везама, чијим одвајањем долази до ослобађања хемијске енергије. Енергија која се ослобађа путем хидролизе АТП-а, из којих настају аденозин-дифосфат (АДП) и неорганска фосфатна група (Пи), покреће контракцију скелетне мускулатуре. Реакција је контролисана дејством контролног протеина, ензима миозин АТП-азе. (Остојић, 2006)

Комплетна енергија неопходна активној скелетној мускулатури током фудбалских активности производи се у процесима у којима материје богате енергијом сагоревају на један од два начина: *аеробним* или *анаеробним* путем. Аеробни енергетски метаболизам обухвата све реакције у којима се хемијска енергија производи и ослобађа уз присуство кисеоника, за разлику од анаеробног метаболизма за који није потребна околина богата кисеоником. За разлику од ћелија нервног система које производе енергију аеробним путевима и срчаног мишића, који има велики аеробни и веома мали анаеробни капацитет за производњу енергије, ћелије скелетне мускулатуре поседују способност стварања енергије и аеробним и анаеробним путевима, зависно од околности. Аеробни и анаеробни биоенергетски процеси претварања хемијске енергије у механичку (за мишићну контракцију), обухватају спектар сложених процеса у чијем се средишту налази АТП. Количина АТП-а у мишићу, која је директно доступна у сваком тренутку је релативно мала (3-5 ммол АТП/кг мишићне масе), па је неопходна непрекидна ресинтеза уколико напрезање траје дуже од неколико секунди. Срећом, мишићна влакна поседују метаболички апарат који производи АТП коришћењем различитих извора и путева за стварање енергије - анаеробним (фосфокреатински и гликолитички систем, одвијају се у цитоплазми ћелије) и оксидацијом хранљивих материја до угљен-диоксида и воде, која се одвија у митохондријама мишићне ћелије

(слика 1). (Остојић, 2006)



Слика 1. Динамика коришћења енергетских система током фудбалских активности

5.1.1.1. ФОСФОКРЕАТИНСКИ СИСТЕМ

Фосфокреатински систем обезбеђује брз прилив енергије ресинтезом АТП-а из креатин-фосфата (*CP*-а), једињења богатог енергијом које се налази у мишићној ћелији. Реакција је контролисана ензимом креатин-киназом. Овај систем обнове АТП-а се одвија брзо, јер укључује само једну хемијску реакцију. Међутим, *CP* се налази у ограниченој количини у ћелији, па је очекивана количина насталог АТП-а мала, а трајање реакције релативно кратко (8-10 секунди). За процес рефосфорилације АТП-а није потребно присуство кисеоника, па се овај систем назива **анаеробни алактатни** енергетски систем, јер нема стварања млечне киселине (Остојић, 2006). Типичне фудбалске радње у којима се ангажује овај енергетски систем обухватају убрзања, кратке спринтеве, скокове, клизеће стартове, ударац по лопти, одузимање лопте, дриблинг и сл. Краћа и интензивнија активност (нпр. спринт од гола до гола) значи већи допринос анаеробних извора енергије. Енергија за извођење кратких (5 - 60 сек.) високоинтензивних активности, као што су појединачни или поновљени спринт или

серије скокова, долази примарно из анаеробних извора енергије. Који ће од анаеробних извора енергије за стварање АТП-а бити коришћен (фосфокреатински или гликолитички), зависи од дужине трајања активности. Претварање из једног у други анаеробни систем није јасно, већ се постепено догађа са порастом дужине трајања активности. Енергија за све активности краће од 8-10 секунди, добија се коришћењем фосфокреатинског система. Просечно узевши, врхунски фудбалер оствари око 150 – 200 поновљених активности максималног или субмаксималног оптерећења и кратког временског трајања у ток утакмице, што указује на значајно анаеробно енергетско обезбеђење у појединим периодима такмичарске активности. Да би били у могућности да изведу убрзање, кратак спринт, експлозиван скок или дуел игру, фудбалери морају бити у стању да активирају анаеробне изворе енергије. Уједно ове активности су често одлучујуће за коначан резултат утакмице, и стога иако процентуално представљају занемарљиви део времена (око 1-2% укупног активног времена утакмице) јасно је да је способност понављања активности високог интензитета веома значајан сегмент у укупној физичкој припреми фудбалера. Анаеробни извори поседују далеко већу енергетску моћ, због чега и преовлађују у раду који захтева испољавање велике силе и брзине. Иако није урађено ниједно истраживање које је директно утврђивало стопу разградње фосфокреатина (*CP*-а) у периодима високог интензитета на фудбалској утакмици, из базичних физиолошких истраживања, која су се бавила овом проблематиком, утврђена је висока стопа разградње тог енергетског једињења у активностима високог интензитета. У фудбалу, ти периоди се смењују са периодима ниског интензитета у којима долази до делимичне ресинтезе *CP*-а која је потпунија уколико је опоравак дужи. У току ране фазе опоравка (првих 10 секунди до неколико минута) долази до брзе ресинтезе АТП-а и *CP*-а (око 70% *CP*-а се ресинтетише у првих 30 секунди). За потпуну ресинтезу *CP*-а потребно је између 3-5 мин., што зависи од нивоа тренираности и аеробне способности фудбалера. У случајевима неколико узастопних спринтева са кратким периодима опоравка током утакмице, показано је да концентрација *CP*-а у активном мишићу може да падне на 30% од вредности у мировању. Они фудбалери који имају максимално увећане резерве гликогена у мишићима и који поседују моћнију способност анаеробног стварања енергије, погодни су за селектовање на оним позицијама у тиму у којима преовлађују овакве активности. (Остојић, 2015)

Креатин је природна супстанца, дериват аминокиселине глицина. Синтеза креатина од око 1г на дан настаје у јетри, панкреасу и бубрезима из аминокиселина глицина, аргинина и метионина. Креатин је нормалан елемент дневне исхране са потребама од 2-3г, зависно од величине организма и брзине метаболизма. Приближно 3-5г креатина се налази у сваком килограму некуваног меса или рибе. У целини се апсорбује из танког црева и улази у циркулацију. Већи део (око 95%) у људском организму, налази се у скелетним мишићима. Око 60-70% скелетног мишићног креатина налази се у фосфорилисаном облику (CP-фосфокреатин), који је ефикасно спакован у мишићу. Приближна количина креатина у организму мушкарца од 70кг износи око 120г. Креатин се неензимским путем претвара у креатинин који се филтрира у гломерулима бубрега и излучује урином. Креатин користе фудбалери да би повећали мршаву масу тела и побољшали показатеље спортског наступа у појединачним и поновљеним активностима високог интензитета и кратког трајања (нпр. спринт, дуел игра, скок, ударац по лопти). Креатин је врло популаран нутритивни суплемент који користе како рекреативни спортисти, тако и елитни такмичари, светски и олимпијски шампиони – више од 50% фудбалера у Европи редовно користи препарате који садрже креатин.

5.1.1.2. АНАЕРОБНА ГЛИКОЛИЗА

Већи део обезбеђивања енергетских потреба људског организма се остварује метаболизмом угљених хидрата. Једино угљени хидрати могу бити метаболирани и аеробним и анаеробним путем. Количина кисеоника неопходна за сагоревање угљених хидрата је мања него за метаболирање масти или протеина, па су угљени хидрати „омиљено“ гориво за фудбалске активности. Енергија за стање мировања и физичке активности лаког до умереног интензитета обезбеђује се аеробним путем. Али, у појединим активностима високог интензитета, организму је у кратком интервалу (20 сек. - 2 мин.) неопходна велика количина енергије. Енергија за активности дужег трајања, од 20 сек. – 2 минута, добија се анаеробним разлагањем угљених хидрата уз мали допринос фосфокреатинског система (Остојић, 2006). Процес сагоревања угљених хидрата без присуства кисеоника назива се **анаеробна гликолиза**. Разградња глукозе до пирогрођане (пирувичне) киселине, или **лактата** (соли млечне киселине), укључује серију релативно брзих хемијских реакција. Она је брз начин да се скелетној

мускулатури обезбеди потребна енергија. Она се одвија од почетка мишићне активности и свој пуни замах достиже за 30-40сек. Основни извор глукозе је гликоген депонован у мишићним влакнима близу миофибрила (контрактилних протеина), (Илић, 2010). Када је процес разградње угљених хидрата велике брзине, нпр. за време поновљених спринтева између два шеснаестерца, стварање АТП-а се одвија без кисеоника, 70% анаеробно, а остатак аеробним метаболизмом. Све активности дуже од 45 секунди користе у извесној мери све изворе енергије – фосфокреатински систем, гликолизу и механизме оксидативне фосфорилације. Процес гликолизе регулише 11 ензима, а сви међупродукти су фосфорилисани тако да молекул глукозе остаје „заробљен“ у ћелији (Остојић, 2015). Гликолиза се може поделити у 2 фазе, при чему је прва припремна, а у другој се одвијају реакције које доводе до ресинтезе АТП-а. Количина енергије која се добија из гликолизе, без даље оксидације путем аеробног метаболизма, износи свега 2-3 молекула АТП-а. Уколико се разлаже глукоза из крви, тада је нето добитак само 2 молекула АТП-а, јер се још 1 додатни молекул троши за активан транспорт глукозе из крви у ћелију. Уколико је супстрат гликоген добија се 3 молекула АТП-а. Као крајњи продукт гликолизе настаје пирогрожђана киселина. Остварени „профит“ гликолизе је скроман, а настали нуспродукти (водоникови јони) један су од фактора појаве замора. Степен нагомилавања лактата је одличан показатељ обима коришћења анаеробних извора енергије током фудбалских активности – већа концентрација лактата у крви, значи већи степен анаеробне гликолизе. Добијање енергије на овај начин могуће је само за кратко време (до 2-3 минута), пошто повећање киселости унутрашње средине спречава ресинтезу АТП-а. (Илић, 2010.)

Нагли пораст нивоа лактата у крви се назива **анаеробни или лактатни праг** (ОБЛА) и то је тачка преласка аеробног у анаеробни метаболизам (> 4 ммол/л лактата) и почетак претежног регрутовања неоксидативних брзоконтрајућих мишићних влакана (Тип IIb). Показано је да АП заједно са VO_2 тах, представља одличан показатељ успеха у фудбалу (Остојић, 2006).

Налази истраживања рађених на узорку врхунских фудбалера у току утакмице, наговештавају да постоје периоди утакмице када је стварање лактата на релативно високом нивоу. Такође, истраживања показују да са порастом такмичарског нивоа у фудбалу, расте и удео периода високог интензитета који за последицу имају стварање лактата. Све ово указује на значај који овај енергетски механизам остварује у фудбалу.

5.1.1.2.1. ПРОМЕНЕ КОНЦЕНТРАЦИЈЕ ЛАКТАТА У ВРХУНСКОМ ФУДБАЛУ

Са порастом дужине трајања активности високог интензитета ($> 10-20$ сек.) повећава се и учешће гликолитичког извора енергије, које је могуће процењивати утврђивањем концентрације лактата у крви. Она представља однос између њиховог стварања и уклањања и индивидуална је за сваког појединца. **Концентрација лактата у крви** јавља се као последица производње млечне киселине у активираним мишићу након серије контракција (када се пређе неки критичан интензитет оптерећења, при чему аеробни процеси више нису довољни да обезбеде потребне количине АТФ-а). Новонастала млечна киселина се већ у мишићу неутралише и претвара у соли млечне киселине или лактате. Лактати из мишића прелазе у крв (одакле узимамо узорак и меримо их) да би се смањио поремећај ацидо-базне равнотеже у активном мишићу и тиме омогућио наставак контракције. Међутим, потребно је нагласити да концентрација лактата у крви може, али и не мора да одговара вредностима које се налазе у мишићу. Истраживање изведено на **фудбалерима**, показује да у активностима понављајућих спринтева са кратким периодима опоравка практично не постоји веза између концентрације лактата у крви и мишићима. Аутори су закључили да је ова разлика настала, пре свега, као последица различите брзине „чишћења“ лактата у крви и мишићима, при чему је показано да је далеко већа брзина разградње у мишићном ткиву. Ово практично значи, да је у неким периодима могуће утврдити високу концентрацију лактата у мишићима управо из разлога бржег одстрањивања лактата. Ова специфичност додатно компликује приказ добијених вредности лактата у тренингу фудбалера као и саме такмичарске активности. Лактате никако не треба посматрати као штетан продукт метаболизма, с обзиром на то да је реакција претварања пирувата у лактате реверзибилна и за њу није потребна енергија, што практично значи да се накнадном оксидацијом новонасталих пирувата добија преосталих 92% енергије. Осим тога, пасивна и активна мускулатура (али и бубрези и срчани мишић) могу да користе лактате као извор енергије путем тзв. „Коријевог циклуса“.

У последњих двадесетак година могуће је једноставним преносивим (портабл) уређајима (лактат-анализаторима) утврђивати концентрацију лактата у крви на самом тренингу. Истраживањем лактатних профила фудбалера у току утакмице, дошло се до неколико занимљивих закључака. Пре свега, скоро сва истраживања утврдила су да се

веће концентрације остварују на крају првог полувремена у односу на крај утакмице. Основни разлог за овакву слику представља чињеница, да је у другом полувермену укупан интензитет активности мањи, као уосталом и број спринтева и епизода високог интензитета. С обзиром на то, да је утврђена значајна повезаност између активности којој је испитаник изложен неколико минута пре мерења концентрације лактата, може се констатовати да је заправо нижи интензитет у другом полувермену главни разлог ниже концентрације лактата на крају утакмице (табела 1).

Такмичење	1. полувреме	2. полувреме
Данска I и II лига	4,9 (2,1-10,3)	3,7 (1,8-5,2) средина 4,4 (2,1-6,9) крај
Данска I	6,6 (4,3-9,3) средина 3,9 (2,8-5,4) крај	4 (2,5-6,2) средина 3,9 (2,3-6,4) крај
Шведска I лига (жене)	5,1 ± 2,1	4,6 ± 2,1
Шведска I лига	9,5 (6,9-14,3)	7,2 (4,5-10,8)
Шведска II лига	8 (5,1-11,5)	6,6 (3,1-11)
Шведска III лига	5,5 (3-12,6)	4,2 (3,2-8)
Шведска IV лига	4 (6,9-14,3)	3,9 (1-8,5)
Немачка (аматери)	5,6 ± 2	4,7 ± 2,2
Данска I лига	5,1 ± 1,6	3,9 ± 1,6
Финска II лига	4,9 ± 1,9	4,1 ± 1,3
Енглеска (колеџ)	5,2 ± 1,2 током меча	
Италија (У 21)	3,1 ± 8,1 током меча	

Табела 1. Концентрација лактата у крви (ммол/л) код фудбалера током утакмице

У бројним истраживањима утврђено је да играчи вишег ранга такмичења остварују знатно веће концентрације лактата у свим периодима утакмице, у односу на фудбалере нижег ранга такмичења. На основу ових резултата могуће је закључити, да се квалитетнији фудбалери одликују способношћу да више ангажују анаеробне механизме за ресинтезу АТП-а, што би за последицу имало способност да више буду ангажовани у периодима високог интензитета. Међутим, ово указује на још једну занимљивост везану за функционалне карактеристике врхунских и неврхунских играча и интензитет који се остварује током утакмице.

Концентрација лактата у крви зависи од стварања лактата у мишићу и од брзине његовог уклањања. Брзина уклањања зависи углавном од постигнуте концентрације лактата, типа активности у кратким периодима опоравка и од аеробног капацитета (VO_{2max}) фудбалера. Играчи са вишим вредностима VO_{2max} током рада идентичног апсолутног интензитета остварују ниже концентрације лактата у односу на играче са нижом аеробном способношћу. Разлог за то могуће је пронаћи у неколико одвојених физиолошких механизма, али су сви повезани са аеробном способношћу било у процесу рада или опоравка. Први се огледа у повећаном аеробном одговору организма у периодима високе активности. Када након спорог трчања започне активност високог интензитета (нпр. спринт за лоптом, пресинг) аеробни систем фудбалера са високим вредностима VO_{2max} у стању је да брже одговори на захтеве радног задатка од фудбалера који поседује слабију аеробну моћ. На тај начин од укупне количине енергије потребне за неку активност високог интензитета, већи део ће се добити из аеробних процеса, што последично доводи до мањег учешћа гликолитичких извора, а тиме и ниже концентрације лактата у крви. Други и трећи механизам се остварују у процесу опоравка, а огледају се у томе да повећана аеробна способност повећава брзину ресинтезе CP -а у периодима опоравка, али и брзину уклањања лактата у самом мишићу. Повећана ресинтеза CP -а утицаће на смањено учешће гликолизе у следећем периоду високог интензитета, чиме се посредно утиче на смањене вредности лактата у крви, с обзиром на то да је последица више узастопних периода високог интензитета. Са друге стране, повећана стопа уклањања лактата у самом активираним мишићу, такође утиче на ниже вредности лактата у крви, јер концентрација лактата у крви директно зависи од концентрације лактата у активном мишићу. Може се закључити да фудбалери са већом аеробном способношћу остварују ниже концентрације лактата на истим апсолутним нивоима оптерећења у односу на фудбалере који се одликују слабијом аеробном моћи.

С обзиром да су истраживања показала да се врхунски фудбалери одликују већим вредностима аеробне моћи у односу на фудбалере нижег ранга такмичења, долази се до занимљивог закључка. Фудбалери са бољом аеробном моћи (врхунски такмичари) остварују веће концентрације лактата на утакмици упркос томе што им је организам функционално бољи и прилагођен управо супротно, односно да остварују ниже вредности лактата на истом оптерећењу у односу на фудбалере нижег ранга такмичења. Даље, познато је да на концентрацију лактата највећи утицај има интензитет активности. Посматрано у релативним вредностима, не постоје разлике у

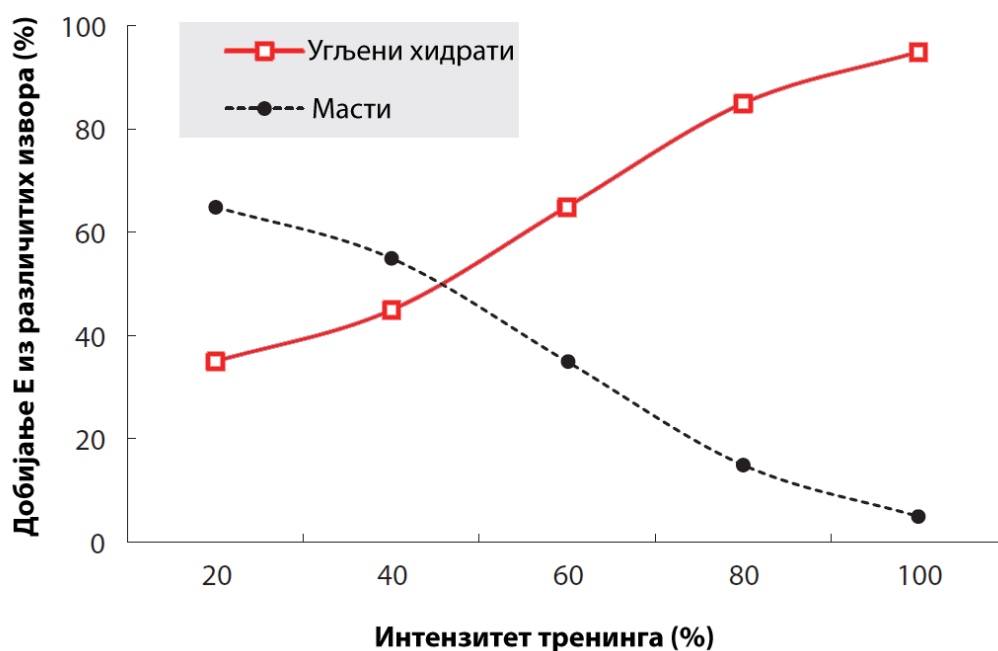
оствареном интензитету између врхунских и неврхунских фудбалера. Другим речима, и једни и други остваре приближно исти просечан интензитет током меча, као и приближно исти број специфичних фудбалских активности (скокова, спринтева, темпо трчања). Ипак, када се упореде апсолутне вредности, утврђене су значајне разлике између фудбалера различитог такмичарског нивоа. Врхунски фудбалери, дакле, остварују значајно већи апсолутни интензитет у току утакмице од неврхунских фудбалера, што је потврђено бројним истраживањима, а огледа се пре свега у укупном раду оствареном у субмаксималном и максималном интензитету. (Остојић, 2015)

5.1.1.3. АЕРОБНИ ЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМ

Када су карактеристике физичког рада такве да је доток кисеоника до мишићних ћелија потпуно задовољавајући, створени су услови за активност аеробног (оксидативног) система за стварање енергије. У условима оваквог рада потрошња кисеоника у активним мишићима сразмерна је интензитету аеробног рада. Ако је интензитет метаболизма умерен, створена пирогрожђана киселина се укључује у Кребсов циклус (циклус лимунске киселине) и даље се разлаже до угљен-диоксида и воде. Најпре се пирогрожђана киселина везује за коензим А, градећи ацетил-коензим-А (Ас-Ко-А) и заједно са оксалсирћетном киселином улази у Кребсов циклус. Кребсов циклус представља другу, аеробну фазу разградње, а Ас-Ко-А је заједнички супстрат преко кога се разлажу све хранљиве материје. При оксидативној фосфорилацији ослобађа се највећа количина енергије за ресинтезу 34 молекула АТП-а, уз издвајање угљен-диоксида и воде. Аеробним разлагањем хранљивих материја ослобађа се енергија за ресинтезу 36 молекула АТП-а (за 2 молекула АТП-а у Кребсовом циклусу и за 34 молекула у оксидативној фосфорилацији). Други део, око 80% пирогрожђане киселине се ресинтетише у глукозу, па у гликоген (у мишићима, јетри и бубрезима), (Илић, 2010).

У реалним условима спортског фудбалског такмичења, ретко се сусрећу чисте аеробне или анаеробне форме стварања енергије. Најчешће се ради о комбиновању поменутих процеса у зависности од интензитета мишићног напрезања. Аеробни процеси преовлађују у раду средњег и ниског интензитета. Њихов укупан *енергетски капацитет* је знатно већи од капацитета анаеробних механизма, спорије се укључују у стварање енергије, али зато дуже трају и обезбеђују богату енергетску подршку

активностима типа издржљивости. Основни енергетски супстрати овог система су угљени хидрати и масти. Улога протеина у аеробном стварању енергије готово је занемарљива и сусреће се само у случајевима екстремног гладовања. Однос између енергетског удела масти и угљених хидрата током физичке активности, одређен је релативним интензитетом аеробног рада (% VO_2max). Што је већи релативни интензитет извршеног рада, пропорционално је већи и удео угљених хидрата, односно, сразмерно мањи удео масти у целокупном стварању енергије активних мишића. У току такмичарске активности у фудбалу, примећен је пораст концентрације слободних масних киселина у крви током утакмице, са највећим вредностима на крају утакмице. Чести периоди активности ниског интензитета (нрп. поновљена кретања бочних играча) омогућавају значајан прилив крви у масно (адипозно) ткиво, што за последицу доводи до разградње масти и ослобађања слободних масних киселина. Хормонска регулација током утакмице такође погодује порасту активности разградње масти (липолиза), с обзиром на то да се концентрација инсулина (хормона задуженог за транспорт шећера из циркулације у мишићно ткиво) смањује од почетка до краја утакмице уз истовремени пораст концентрације адреналина. Ипак, пораст потрошње масти током утакмице, пре свега, последица је компензаторних механизма који настају услед смањене концентрације гликогена у мишићном ткиву и крви. Међутим, поред великог енергетског капацитета који поседују, масти нису доминантно гориво у току мишићног напрезања фудбалера. Масти су значајан извор само у дуготрајним активностима малог и средњег интензитета. При раду максималног и субмаксималног интензитета (најчешћа у фудбалу) њихова разградња је чак неостварива. Да би липолиза достигла своју максималну енергетску моћ, рад мора да траје најмање 20-30 минута. Отуда су масти значајно гориво превасходно у ситуацијама ниског интензитета мишићног рада (ходање, цогирање), фазама одмора и паузама у игри (слика 4). Угљени хидрати представљају најважније гориво за физичку активност високог интензитета у фудбалским активностима (Остојић, 2015).



Слика 4. Однос потрошње угљених хидрата и масти током тренинга

5.1.2. УЛОГА ХРАНЉИВИХ МАТЕРИЈА У МЕТАБОЛИЗМУ ФУДБАЛСКИХ КРЕТНИХ АКТИВНОСТИ

Иако се и протеини могу користити као извори енергије у аеробном метаболизму, угљени хидрати и масти су примарна „горива“ током фудбалских активности код здравих, нормално ухрањених фудбалера. Угљени хидрати се користе као извори енергије на почетку тренинга и током интензивнијих аеробних напора (Остојић, 2015). Они представљају органска једињења састављена од угљеника, водоника и кисеоника у различитим комбинацијама. Настају у процесу фотосинтезе у биљкама. Деле се на 4 групе: моносахариди (глукоза, фруктоза и галактоза), дисахариди (сахароза, лактоза и малтоза), олигосахариди и полисахариди (гликоген, скроб, дијетна влакна, малтодекстрини), (Илић, 2010). У људском организму су депоновани на два важна места – у јетри и скелетним мишићима у виду **гликогена**, дугих ланаца глукозе. Количина гликогена депонована у јетри износи око 100г, али

одговарајућом исхраном (посебно пре тренинга или утакмице) може бити повећана и до количине од читавих 500г. Одржавање нивоа глукозе у крви у оквиру нормалних граница је веома важан процес – глукоза је примарни извор енергије за ЦНС. Резерве гликогена у јетри расту после оброка, али опадају након тренинга, нарочито ноћу, пошто јетра константно испоручује глукозу у циркулацију да би се одржала нормална концентрација шећера у крви. Током тренинга или утакмице, значајан број метаболичких и хормоналних фактора доводи до повећаног преузимања глукозе из крви од стране активне мускулатуре као горива за рад. Да би се избегао пад вредности глукозе у крви, јетра ће бити стимулирана да надокнади глукозу, углавном из депоа гликогена. Дакле, расположивост гликогена у јетри је кључни фактор за одржавање нормалних нивоа глукозе у крви током бављења фудбалом. Уколико се испразне депои гликогена у јетри, док се истовремено настави коришћење глукозе од стране активних мишића, неизбежан је пад вредности глукозе у крви – настаје *хипогликемија*. Фудбалери се типично жале на малаксалост, вртоглавицу, губитак координације и концентрације, несвестицу, дрхтање, обливени су хладним знојем. Оваква метаболичка ситуација ће изазвати опадање спортских способности за даље бављење фудбалским активностима. Преузимање глукозе од стране мишића опада на најнижи ниво и активна мускулатура у тој ситуацији постаје зависна од локалног снабдевања угљеним хидратима и посредног снабдевања путем уноса угљених хидрата. Почиње да се појављује централни и периферни замор.

Глукоза је врста једноставног, простог угљеног хидрата (моносахарида), изграђена од 6 атома угљеника. Представља главни облик шећера који користи људски организам, посебно током вежбања. Доминантан је извор горива за ЦНС, еритроците и мишиће. С обзиром на то да је ЦНС осетљив на недостатак глукозе, ниво глукозе се одржава на релативно константним вр. (3,9 – 5,6 ммол/л). Након уноса глукозе долази до претварања у гликоген, сагоревања и ослобађања енергије (аеробним и анаеробним путевима) или претварања у масти. Додаје се енергетским спортским напицима са циљем обезбеђивања енергије пре почетка, за време трајања и након вежбања.

Количина депонованог гликогена у мишићима износи око 300г код људи са седентарним начином живота, а може бити увећана и до 750г и више код утренираних фудбалера, комбиновањем тренинга и исхране богате угљеним хидратима. Укупни депоновани мишићни гликоген омогућава енергетску потрошњу од 1200-2000 kcal. Брзина којом ће се користити гликоген у мишићима неопходан за њихову контракцију зависи од статуса утренираности, трајања и интензитета активности. Истраживања су

показала да, без обзира на веома мали енергетски „базен“ који тренутно постоји (АТФ и *CP*) и који обезбеђује енергију за период од почетка активности до најдуже 15 сек., највећи део енергије која се троши за рад активне мускулатуре долази од два главна депоа горива – угљених хидрата и масти. Зависно од интензитета активности, један од та два извора енергије ће постати главно гориво. На пример, у мировању практично сва енергија потребна за метаболизам долази од масти, са изузетком ЦНС-а и еритроцита, који користе глукозу. Током умерених тренинга, користећи се метаболичким, хормонским и нервним механизмима, организам додатно мобилише глукозу из јетре и мишића – она постаје све важнији извор енергије. У исто време, мобилизација масних киселина расте до достизања „стабилног стања“ после око 20 мин. При великим интензитетима активности, организам фудбалера користи све више угљених хидрата, они постају главни извор енергије. Разлог за ово лежи у чињеници да је максимална количина енергије по јединици удахнутог кисеоника, која се добија из угљених хидрата већа, него у случају масти. Такође, количина кисеоника потребног за стварање енергије је 10% нижа код угљених хидрата, него код масти. Сви поменути фактори омогућавају фудбалеру да ради са већим интензитетом када користи угљене хидрате као главни извор енергије.

Истраживања су показала да фудбалери чији су депои гликогена из јетре и мишића испражњени путем спортске активности, могу да постигну највише око 50% свог максималног спортског капацитета. Када су депои угљених хидрата у мишићима и јетри увећани оптималном спортском исхраном и тренингом, фудбалери су у могућности да тренирају дуже и са већим интензитетом. Једно истраживање на фудбалерима је показало да су испитаници, који су у утакмицу ушли са испражњеним депоима гликогена (испод 200ммол/кг мишићног ткива) већ на полувремену имали знатно исцрпљене резерве гликогена, што је последично довело до пада интензитета активности ових испитаника у другом полувремену. Са друге стране, играчи који су у исту утакмицу ушли са попуњеним депоима гликогена (изнад 400 ммол/кг мишићног ткива) на полувремену су још увек располагали знатном количином овог енергента у мишићима, што им је омогућило активност високог интензитета и у већем делу другог полувремена. Ипак, и код једних и код других испитаника у овом истраживању на крају утакмице установљене су веома ниске концентрације гликогена (испод 50 ммол/кг мишићног ткива), што указује на значај који угљени хидрати имају у укупној енергетској подршци током утакмице. Постоје истраживања која показују да у неким случајевима концентрација гликогена не пада испод критичних вредности током

утакмице, али и у њима се наглашава да су поједина мишићна влакна (она која су највише регрутована током активности) практично потпуно испражњена. Сви ови примери подвлаче улогу величине депоа гликогена као ограничавајућег фактора у фудбалским активностима (нарочито типа издржљивости). Што пре активни мишићи потроше свој гликоген, пре ће бити угрожена њихова способност да понављају контракције са високим интензитетом.

Биохемијски показатељи су један од најобјективнијих показатеља утицаја физичког оптерећења на организам, али и врло ефикасан начин контролисања самог тренажног процеса. Унос раствора са угљеним хидратима током паузе полувремена и утакмице помаже у штедњи гликогена. Да би се унапредиле карактеристике спринта у каснијим фазама, важно је одржавати ниво шећера у крви (гликемију) током читаве активности путем уноса напитака, који садрже изворе енергије у виду угљених хидрата.

У процесу игре долази до интензивне мобилизације угљених хидрата, што доводи до знатног повећања нивоа шећера у крви, а у низу случајева и до гликозурије (присуство шећера у урину). Ниво фосфолипида у крви се чешће смањује. У фудбалу су највеће биохемијске промене у крви забележене код нападача, затим код везних играча, одбрамбених и код голмана. Током тренинга су забележена мања повећања нивоа шећера и млечне киселине у крви, него током такмичења. У домаћем фудбалу нема свеобухватнијих истраживања по питању биохемијског профилисања домаћих фудбалера (изузимајући концентрације лактата).

Шест важних фактора одређују брзину и степен пражњења депоа угљених хидрата – интензитет, трајање активности, тип и врста активности, статус утренираности, унос угљених хидрата и процес опоравка. Као што је поменуто, коришћење гликогена као извора енергије првенствено зависи од интензитета и трајања активности.

При ниским и средњим интензитетима мишићног рада масти се користе као главни извор енергије. Резерве угљених хидрата се спорије празне при активностима нижег интензитета. Треба напоменути да добро утренирани врхунски фудбалери развијају унапређени капацитет да користе масти као енергетски извор у поређењу са неутралним појединцима. Када раде на истом апсолутном нивоу интензитета, врхунски фудбалери мање користе угљене хидрате, а више масти за мишићне контракције у поређењу са слабије утренираним спортистима. На тај начин они су у стању да „уштеде“ угљене хидрате за периоде високог интензитета у завршним деловима

утакмице и на тај начин остваре предност у односу на противничку екипу, која често може бити и пресудна. (Остојић, 2015)

5.1.3. АНАЕРОБНА МОЋ И КАПАЦИТЕТ ВРХУНСКИХ ФУДБАЛЕРА

Истраживања показују да се око 98% укупне енергије која се потроши у току фудбалске утакмице добија из аеробних енергетских извора, а преосталих 2% из фосфокреатинских и гликолитичких. Ипак, пресудни тренуци утакмице одвијају се управо у анаеробном режиму рада (нпр. ударац на гол, дриблинг, убацивање лопте, спринт ка лопти). Анаеробни процеси обезбеђивања енергије се одигравају без присуства O_2 и у пракси се њихов степен најчешће оцењује према показатељима O_2 дуга, концентрацији лактата и ацидо-базној равнотежи у крви. Око 25-30% укупног времена утакмице играчи проводе у условима O_2 дуга. Фудбалери у току утакмице изводе велики број убрзања, услед чега код њих треба развијати алактатну и гликолитичку издржљивост. Слабији аеробни капацитети значе бржи прелазак на трошење анаеробних извора енергије, у супротном добри аеробни капацитети их одлажу. Анаеробне способности се развијају приликом извођења тренажних оптерећења која изазивају појачавање *CP*-ог и гликолитичког механизма стварања енергије. Анаеробна гликолиза се најбоље развија приликом извођења интензивних вежби у трајању од 30-120 секунди, а *АТП-CP* систем при понављању краткотрајних вежби од 10 секунди максималног интензитета. При нешто лакшем тренингу анаеробне издржљивости, суперкомпензација наступа за 24 сата, а при тежим за 48 сати. (Алексић, 2006).

Тренинг за развој анаеробне способности фудбалера се дели на тренинг за развој брзине (алактатни) и тренинг за развој брзинске издржљивости и лактатне толеранције. Истраживања су показала да се врхунски фудбалери разликују од неврхунских највише у укупном обиму рада високог интензитета у току утакмице, при чему је истраживањима утврђено да је разлика око 50% у корист врхунских (преко 600м претрчаних у зони високог интензитета за врхунске фудбалере, у односу на 300м за неврхунске). Тренинг брзине у фудбалу се спроводи у укупном обиму од 500м за неврхунске, до 800м за врхунске фудбалере. Новија истраживања показују да је чак 96% деоница које фудбалер претрчи на утакмици краће од 30м, а чак 50% краће од

10м. Врхунски фудбалери имају статистички значајно боља времена у пролазу на 10м, док је резултат на 30м скоро исти у односу на фудбалере нижег ранга. Разлика је толика да фудбалер са бољим временом на 10м оствари просторну предност од 1м. Стандардни тренинг брзине треба изменити и максимално прилагодити по структури кретања фудбалској игри (нпр. „игра 1 на 1“ на 20-25м; тренер убацује лопту у игру, ко први стигне игра напад – брза завршница).

У фудбалској утакмици постоје периоди (истина не превише чести) када су поједини фудбалери приморани да у дужем периоду одржавају субмаксимални ниво интензитета (нпр. пресинг, одбрана од контранапада непосредно након истрчавања у контру). Такође, анализом утакмица тимова вишег ранга утврђен је пораст броја претрчаних метара максималног и субмаксималног интензитета. Због тога је неопходно развијати брзинску издржљивост, која у фудбалу представља способност понављајућег спринта (RSA). Тренинг RSA (40 сек.-3 мин.) је ефикасан у побољшању времена најбољег појединачног спринта, као и укупног времена трчања.

Највеће стварање енергије може се израчунати у многим тестовима, у којима се од фудбалера тражи да у кратком периоду остваре максималан мишићни рад. Тестирање анаеробних способности генерално у спорту, и у фудбалу је проблематично због недефинисане методологије тестирања и неуромускуларне основе. Значајан уплив нервног система у активностима максималног интензитета значајно отежавају процену уложеног максималног напора. Ниво раздражења значајно утиче на остварене резултате у тестовима. Тешко га је контролисати, а још теже стандардизовати. Не постоје критеријуми којима се утврђује да ли је тест одрађен до отказа (за разлику од тестова за процену аеробних способности). Анаеробна моћ у скоку у вис може се израчунати познавајући телесну масу, висину вертикалног скока и време проведено у ваздуху. Резултати које постижу фудбалери у тестовима анаеробне способности показују утицај места у тиму које заузима тестирани субјект. Најбоље резултате у тестирању анаеробне моћи енглеских фудбалера показују голмани и централни бекови, као и нападачи. Резултати појединих фудбалера се често приближавају вредностима врхунских атлетичара. Вертикалан скок у вис је врло добар показатељ специфичног мишићног рада (анаеробне моћи). Показане су значајно веће вредности код врхунских фудбалера, него код нижеразредних, веће вредности анаеробних показатеља и показатеља мишићне снаге, које у извесној мери смањују ризик од повреда обезбеђујући моћније скокове, ударце, дриблинге и спринт. Ово утиче на већу максималну експлозивну снагу. У енергетском смислу, оба показатеља индиректно

говоре о алактатном (фосфагеном) анаеробном енергетском систему. Активности овог типа честе су у фудбалској игри и типично трају до 15 сек. Могуће је да је за моћнији наступ у овим елементима одговоран генетски фактор, који одређује број брзоконтрахујућих мишићних влакана. Међутим, такође је могуће да се већи садржај АТП-а и креатина (CP-а) у мишићним влакнима врхунских фудбалера одражава на боље резултате ових тестирања. Садржај креатина у мишићима је генетски одређен, али се може значајно увећати одређеним нутритивним стратегијама и суплементацијом. Врхунски енглески фудбалери постижу вредности максималног скока у вис изнад 60цм, а показане су и веће вредности аустралијских фудбалера. Наши врхунски фудбалери постижу у просеку вредности од око 50цм. Фудбалери који имају већу мишићну снагу и анаеробну алактатну моћ имају предност у краткотрајним активностима, које у фудбалу имају примаран значај (ударац, скок и сл.).

Током тренинга и утакмица аеробна компонента је у односу 3:2 са анаеробном. Лабораторијска мерења анаеробне моћи и капацитета захтевају максимално испољавање енергије у кратком интервалу од неколико секунди до око 6 минута. Анаеробна моћ и капацитет зависе и од старости фудбалера, пола, морфолошких карактеристика и тренажног стања. Најефикаснији су тестови који сумулирају матични образац активности уз укључивање специфичних мишићних група карактеристичних за фудбал. Анализа постојеће литературе указује на велики број неспецифичних тестова анаеробног енергетског система у фудбалу. Релативно је мали број специфичних тестова за мерење анаеробне моћи и капацитета у лабораторијским условима, па се већина ових тестова и даље примењује само у теренским условима. Према трајању активности, сви тестови анаеробне моћи и капацитета деле се на: *краткотрајне, средње дужине трајања и дуге тестове.*

Краткотрајни анаеробни тестови углавном трају око 10 сек. или краће и направљени су са циљем оцењивања анаеробног-алактатног капацитета укључених мишићних група. Максимална створена енергија у 1 сек. често се добија као резултат ових тестирања. Индекс укупног рада током теста или просечна снага могу се користити као показатељи анаеробне издржљивости у кратком периоду. Најпознатији су „*Margarita* тест“ (максимално брзо пењање уз 9 степеница високих 175мм уз мерење времена кретања), „*Quebec* тест“ од 10 сек. (испитаник окреће максимално брзо педале бицикл-ергометра при оптерећењу од 0,99кп/кг ТМ), тестови скочности („*Seargent-ov* тест“ максималног скока у вис са замахом руку, скок са рукама на куковима, скок из

чучња, скокови у кратким серијама), тестови трчања (на 5м, 10м и 20м са потпуним опоравком) и други.

Анаеробни тестови средње дужине трају од 20-50 сек. и циљ је одређивање анаеробне-лактатне моћи и капацитета укључене мускулатуре. Резултат тестирања је укупан извршени рад, максималан извршени рад, просечна вредност обављеног рада, фактор анаеробног замора. Потребно је нагласити да се највећи допринос гликолизе ресинтези АТП-а дешава између 25 и 30 сек. максималне активности. Примери тестова су „*Wingate-ov* тест“ (максимално брзо окретање педала на бицикл-ергометру током 30 сек. уз предвиђено оптерећење), „*De Bryn-Prevost* тест“ и остали тестови.

Дуготрајни анаеробни тестови трају између 90 и 120 секунди. Служе за процењивање укупног анаеробног капацитета и способности за одржавање максималне снаге анаеробних извора енергије. Примери тестова су: „*Bosco ergo-jump* тест“ (серија од 60 максималних скокова са рукама на куковима без паузе), „*Quebec* тест“ од 90 секунди на бицикл-ергометру, „*Cunningham-ov* тест“, „*RAST*“ (тест трчања на 35м у 6 серија са 10 секунди паузе), „*side-step test*“ (наизменични бочни скокови у серији током 1 минута) и други.

Фактор анаеробног замора је један од функционалних показатеља који говори о способности фудбалера да у анаеробном-лактатном периоду рада задржи висок ниво и интензитет мишићних функција и подноси појаву замора. Врхунски домаћи фудбалери значајно се разликују од фудбалера нижег ранга, показујући већи ниво анаеробне издржљивости. Овај показатељ који индиректно показује моћ анаеробног – лактатног система, омогућава елитним фудбалерима да у ситуацијама на терену, које захтевају релативно краткотрајне активности (до 2 мин.) високог интензитета, врше мишићни рад без прекида или са кратким периодима одмора.

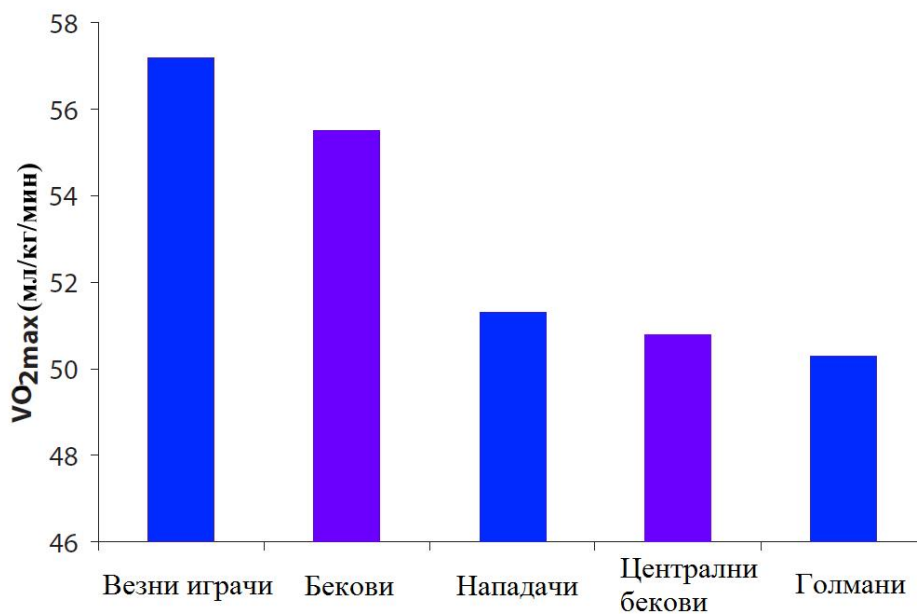
5.1.4. АЕРОБНА МОЋ И КАПАЦИТЕТ

Максимална потрошња кисеоника (VO_{2max}) је мера аеробне способности организма и интегрални показатељ функције респираторног, кардиоваскуларног и метаболичког капацитета. Она индиректно говори о брзини којом се обезбеђује енергија путем аеробног метаболизма. Горња граница која одређује способност организма да унесе кисеоник, представљена је VO_{2max} . Сачињена је од две компоненте: хемијске способности ткива да користе кисеоник у разградњи енергетског

горива и комбиноване способности плућних, кардиоваскуларних, крвних и ћелијских механизма у транспорту кисеоника до аеробног система у мишићима. Плућне функције врхунских фудбалера углавном се мере спирографијом једног издаха. За развој $VO_2\max$ користе се две методе тренинга – континуирани и интервални. У последњих неколико година, утврђена је висока повезаност аеробне издржљивости са већим бројем показатеља успешности у фудбалу (претрчана дужина, број понављања и укупна претрчана дужина високог интензитета, брзина опоравка). Аеробни енергетски систем је главни енергетски пут током фудбалске утакмице, а $VO_2\max$ врхунских фудбалера показује тежњу ка високим вредностима. Док су вредности $VO_2\max$ под утицајем разлика у стандардима игре, режима тренинга и фазе сезоне, тим који има моћније карактеристике аеробног капацитета, имаће предност која му омогућава да игру подигне на динамичнији ниво. Већи степен капацитета издржљивости (веће вредности $VO_2\max$, нижа фреквенција срца при задатом оптерећењу, већа вредност анаеробног прага) даће врхунским играчима бољу базу за наступ на терену, сходно интензитету и захтевима игре. Спортиста који има већу економичност трчања користи мање кисеоника и енергије, него онај који има слабију економичност, мада обојица могу имати исту вредност $VO_2\max$. Типично, код фудбалера се $VO_2\max$ мери у прогресивном тесту оптерећења у теренским и лабораторијским условима. Моторизовани тредмил (покретна трака) обезбеђује најповољнији облик активности за тестирање фудбалера, док су резултати на бицикл-ергометру за 10-15% нижих вредности. Вредности за врхунске фудбалере крећу се у распону од 55-70мл/кг/мин., са већим вредностима типичним за врхунске фудбалере максималне припремљености. Истраживања су углавном утврдила пораст просечних вредности $VO_2\max$ код врхунских фудбалера у последњој деценији, у односу на резултате који су остваривани 80-их година прошлог века. Ово практично указује на све већи значај који добра физичка припремљеност игра у савременом фудбалу.

Веће вредности $VO_2\max$ код врхунских фудбалера омогућавају им већи степен опште издржљивости и могућност да ритам спортског наступа подигну на већи ниво у поређењу са нижеразредним фудбалским спортистима. Фазе фудбалске активности аеробне по типу (дужа трчања, ходања, понављања кретњи током читаве утакмице) чине око 70% профила активности у фудбалској утакмици и екипа која има већу аеробну способност изводиће ове активности већим интензитетом, дужег трајања и динамичнијег ритма. Није коначно познат степен у којем је $VO_2\max$ одредница генетског наслеђа и у којој мери се може унапредити тренингом. Сматра се да се

адекватним тренингом младих, здравих, неутренираних појединаца, вредност VO_{2max} може подићи за око 15 - 20%, па и више, у зависности од нивоа пре тренинга. Разлика која се уочава између врхунских и нижеразредних фудбалера, вероватно је последица утицаја дугогодишњег тренинга, који је довео до централних и периферних адаптационих реакција делова аеробног система (кардиопулмонални транспорт, васкуларизација и биохемија ткива). Коначно, VO_{2max} изражена у релативним јединицама, као показатељ аеробне способности, вероватно има највећи значај у селекцији и профилисању врхунских фудбалера (слика 5).

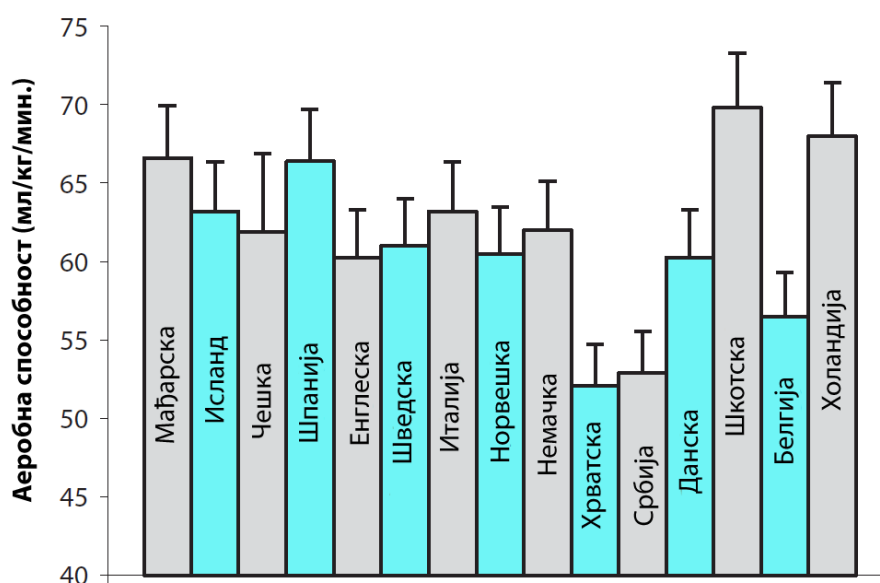


Слика 5. Просечна аеробна способност српских фудбалера по играчким позицијама

Ипак, иако фудбал захтева релативно висок аеробни капацитет, овај показатељ свакако не треба да буде изоловано посматран, већ у вези са другим елементима (анаеробна моћ и капацитет, биомеханичке и моторичке променљиве, телесна композиција).

Када се сусретну два тима једнаких вештина и способности, онај са вишим аеробним капацитетом ће имати предност, и имаће могућност да игра утакмицу вишим ритмом и већом брзином. Чувено је истраживање које је показало на мађарским фудбалерима високу повезаност између просечних тимских вредности VO_{2max} и места на табели мађарског шампионата. Средње вредности за први, други, трећи и четврти тим су биле: 67, 64, 63 и 58 мл/кг/мин. Потврду овом раду представља и истраживање које је утврдило значајну разлику у вредностима VO_{2max} између првака норвешке лиге

и екипа које су се пласирале у средини и на дну табеле. У зависности од позиције у тиму, мења се и VO_{2max} . Играчи средине терена (везни) и спољни играчи (бекови, крила) имају највеће вредности VO_{2max} . Централни и одбрамбени играчи имају ниже вредности од везних играча, али веће од голмана. Голмани који имају најниже вредности VO_{2max} истовремено су и група која има највећи % масног ткива. Четири немачка национална голмана имају вредности од око 56 мл/кг/мин. у поређењу са 62 мл/кг/мин. за целокупан тим. Са друге стране, просечне вредности VO_{2max} за 20 професионалаца из Португалије, који играју на месту играча средине терена су изнад 60 мл/кг/мин. (слика 6).



Слика 6. Аеробна способност фудбалера појединих прволигашких европских тимова

Када поредимо VO_{2max} српских врхунских фудбалера са резултатима међународних истраживања, налазимо да се наши спортисти налазе на дну лествице по овом показатељу. Тако, норвешки фудбалери прве лиге имају VO_{2max} на нивоу од око 62мл/кг/мин., новозеландски 61мл/кг/мин., аустралијски око 60мл/кг/мин., енглески око 60мл/кг/мин., фудбалери из Хонг-Конга 59мл/кг/мин., амерички 58 мл/кг/мин., а врхунски бразилски фудбалери око 52мл/кг/мин. Са једне стране, закључак је да наши фудбалери имају слабију аеробну способност у поређењу са поменутиим подацима. То је свакако један од чинилаца, који доводи до недостатка успеха наших фудбалера у међународним сусретима, где за противнике имају спремније екипе, које играју динамичнији фудбал и истовремено задатак за стручни штаб да коришћењем

одговарајућих савремених режима тренинга унапреди овај важан показатељ. Међутим, пример фудбалера бразилске прве лиге показује да овај показатељ, иако изузетно битан за фудбалску игру, није и пресудан за успех у врхунском фудбалу. Екипа која има слабију аеробну способност може прилагодити стил игре, али је неопходно да друге потенцијале (анаеробни показатељи, стратегија, тактика, техника) поседује на врхунском нивоу.

Играчи јуниорских селекција углавном остварују ниже вредности VO_{2max} у односу на сениоре, мада постоје и истраживања која указују на изузетно високе вредности аеробне моћи код младих фудбалера. Истраживањем је утврђена просечна вредност од чак 64 мл/кг/мин. код јуниорске репрезентације из Данске, док је на узорку мађарске репрезентације < 18 година забележена просечна вредност од чак 74 мл/кг/мин. Такође, у једном истраживању у којем су утврђиване разлике у аеробној моћи 14-годишњих фудбалера у односу на позицију у игри, утврђена је просечна вредност VO_{2max} од 65 мл/кг/мин. за играче везног реда. Што се тиче VO_{2max} на узорку фудбалерки, вредности се крећу у распону од 39 – 58 мл/кг/мин., што је пре свега последица релативно ниског нивоа на коме се женски фудбал тренутно налази. Док на вредности VO_{2max} могу утицати разлике у стандардима игре и режим тренинга, фаза такмичарске сезоне такође може бити од значаја. Код професионалних фудбалера, VO_{2max} се значајно повећава у предсезонском периоду, када је нагласак стављен на аеробни тренинг. Истраживања везана за повећање VO_{2max} током сезоне често указују на контрадикторне закључке. Постоје истраживања која указују на непромењен ниво аеробне моћи током сезоне у односу на остварене вредности са краја припремног периода, као и истраживања која указују на пораст или опадање аеробне моћи током сезоне. Може се закључити да играчи врхунског нивоа повећавају аеробну способност у предтакмичарском периоду, док у току сезоне одржавају достигнуту вредност или је пак повећавају континуирано до краја сезоне, када се углавном и достиже максимум у овом показатељу. На овакав тренд највећи утицај има тренажни процес у току сезоне. Савремени фудбал је усмерен ка оптимизацији тренажног процеса у смислу развоја аеробних способности – овај вид тренинга (углавном интервални) спроводи се „континуирано“ у ток читаве сезоне.

Једно истраживање које је дугорочно пратило везу VO_{2max} и тренинга за развој аеробне моћи, показало је да се тренингом до 8 недеља код врхунских фудбалера повећава VO_{2max} за око 10%. Још интересантнија је информација везана за ефекте које пораст VO_{2max} остварује на такмичарску активност као што су пораст претрчане

дужине током утакмице за 1,7км , пораст просечног интензитета игре (са 83% на 86% HRmax) и повећање броја активности са лоптом за 24%. Посебно занимљив податак везан је за број остварених спринтева, који је повећан чак за 100%. Пораст VO₂max значајно побољшава неколико показатеља такмичарске активности у фудбалу.

Док VO₂max показује максималну способност за потрошњу кисеоника током интензивне активности, ипак није могуће задржати високоинтензивну активност у дужем периоду на интензитетима блиским VO₂max. Горњи ниво на којем је могуће задржати продужену активност назива се **анаеробним прагом**, то је тачка прелома лактатне кривуље, тзв. почетак нагомилавања лактата у крви – (ОБЛА, 4 ммол/л лактата). Теоретски, виша вредност лактатног (анаеробног) прага требало би да омогући већи просечан интензитет у току фудбалске утакмице, с обзиром на то да је то горња вр. интензитета коју је могуће одржати у дужем периоду. Анаеробни праг представља можда и сензитивнији показатељ аеробне издржљивости од VO₂max. На ово указује истраживање у којем је утврђен пораст од 25% брзине трчања на анаеробном прагу након 5 недеља припремног периода, док се истовремено вредности VO₂max није значајно променила. Готово исти резултати су добијени и у припремном периоду од 7 недеља на узорку врхунске екипе данског првенства, као и на узорку 9 младих играча енглеског првенства. Испрекидана природа фудбала подразумева да фудбалери често функционишу изнад ових интензитета, иако је просечан интензитет на нивоу од 75-80% VO₂max. (Остојић, 2015)

У пракси се често користи високо-интензивни интервални тренинг по Хоф-Хелгеруд методи за развој VO₂max. Интервали рада су 4 x 30сек.- 4 мин. са паузама 3 мин. између понављања. Брзина трчања треба да произведе 90-95% HRmax. Паузе су активне, фудбалер након одрађеног понављања (игре) лагано трчи, жонглира или вежба додавање лопте, у интензитету 60-70% HRmax. Још један метод који се користи за развој VO₂max је „Билат метод“. Тренинг се састоји од трчања у интервалима од 30 сек. на интензитету v VO₂max, са активним паузама истог трајања у којима је брзина трчања једнака половини брзине у односу на период рада високог интензитета. Интервали рада и опоравка се надовезују једни на друге све до тренутка када фудбалер није у стању да одржи потребну брзину трчања. У просеку, фудбалери претрче од 16-20 оваквих интервала – тренинг траје од 16-20 мин.

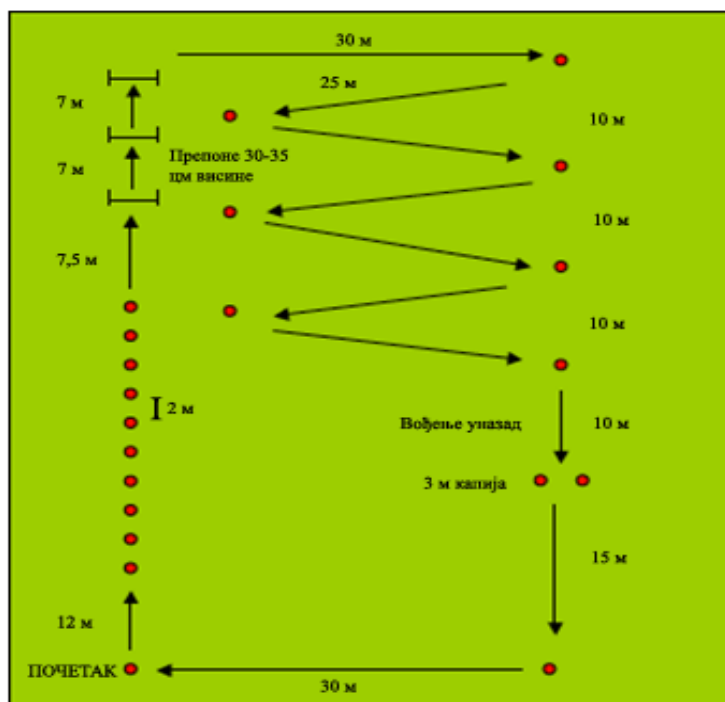
Велики број истраживања у последњих неколико година показао је да специфичне фудбалске вежбе могу са успехом да се користе за развој читавог низа

физичких квалитета потребних у фудбалу, при чему је највећи број радова утврђивао оптималност таквих вежби за развој аеробне моћи и аеробне ефикасности, као основних квалитета фудбалера. Недавно је показано да се током специфичне фудбалске активности (игра „5 на 5“ на скраћеном простору) остварује оптерећење од 91% HRmax, што је једнако 85% VO₂max (слика 7).



Слика 7. Игра „5 на 5“ на скраћеном простору 50 x 40м. По два играча у свакој екипи стоје на противничкој половини служе као помоћ екипи у организовању напада. Неколико лопти се чува у сваком голу како би се смањило неактивно време.

У специфично организованом раду са лоптом (полигон) остварене су просечне вредности од 94% HRmax, чиме је показано да тренинг са лоптом може да оствари довољно оптерећење за развој аеробних способности (слика 8).



Слика 8. „Специјални фудбалски полигон за тренинг VO_2max “. Лопта се дрибла у смеру стрелица уз трчање уназад, од претпоследњег чуња до капије.

Уочљива су и ограничења оваквог тренинга, а она се односе на немогућност постизања довољног оптерећења у вежбама „5 на 5“ код фудбалера који имају VO_2max изнад 65 мл/кг/мин. Ипак, у закључку се наводи да је установљен проблем, пре везан за одабир специфичне фудбалске вежбе, него за немогућност остваривања интензитета услед неких *физиолошких* ограничења са лоптом, као и да се проблем може решити радом на модификованом полигону. За овакав вид тренинга потребна је добра организација, стална мотивација фудбалера од стране тренера, као и смањивање времена када је лопта ван игре. Коначно, овакав вид тренинга је одговарајући са становишта развоја функционалних капацитета фудбалера, а да уз то остварује и специфичну техничко-тактичку припрему. Што се тиче тренинга млађих категорија, ова врста тренинга је нарочито препоручљива.

Истраживања показују да су игре са максимално 5 играча у једној екипи (најбољи резултати се постижу са 3 играча) одличне за достизање потребног интензитета са циљем развоја аеробних способности. Чини се да је игра „3 на 3“ посебно ефикасна са фудбалске тачке гледишта: већи број контаката са лоптом, периода високог интензитета, укупна претрчана дужина, већи број удараца на гол, пасова, клизећих стартова.

Управо због променљивости физиолошких реакција играча, јавља се потреба одређивања, праћења и контроле физиолошких оптерећења и биомеханичких показатељима. Најчешће је реч о показатељима срчане фреквенције, субјективног осећаја оптерећења (СОО), концентрације лактата у крви и кинематичким показатељима. Познато је да се применом већине игара на скраћеном простору постиже 80-95% HRmax. За одређивање концентрације лактата, узорак крви се узима између интервала или на крају игре. Код примене СОО-а користи се бројчана Боргова скала од 1-10. Доказано је да игре на скраћеном простору с мањим бројем играча, већим димензијама терена, без присуства голмана, с ограничењима додиром и тренерском сугестијом, повећавају физиолошку реакцију организма. Супротно од тога, већи број играча, мање димензије терена, присутност голмана и непостојање ограничења додиром лопте, те тренерске вокалне искључености, доводе до смањења унутрашњег оптерећења фудбалера. Мање димензије терена се препоручују за развој аеробних капацитета до нивоа АП-а. А примена већих терена погодна је за развој анаеробних капацитета и постизање зоне VO₂max. Игра са већим бројем играча тежи развоју аеробне екстензивне зоне, док мањи број играча омогућава високо интензивни тренинг издржљивости анаеробног карактера. Организација игре би требала бити прилагођена индивидуалним карактеристикама играча којима тренер располаже. Након тога се бирају примарни циљеви кондиционе, техничке и/или тактичке компоненте које се желе подићи на виши ниво. (Реинхолз и сар., 2015)

Овакав приступ фудбалском тренингу представља и најсавременији тренд у коме заправо више не постоје класични тренинзи за које је „задужен“ кондициони тренер и тренинзи на којима се „тренира фудбал“. Чак и тренинзи који у ужем смислу припадају кондиционом процесу, у себи садрже елементе који доприносе специфичности и побољшаном трансферу у реалну такмичарску активност (нпр. после сваког понављања у вежби получучањ, фудбалер добија лопту коју контролисаним ударцем треба да врати помоћнику). Практично, физиолог или кондициони тренер данас представља саставни део стручног штаба сваког клуба и у сарадњи са њим се спроводи сваки тренинг, при чему он контролише „физиолошки“ део тренинга, а први тренер екипе са својим сарадницима контролише „фудбалске“ елементе тренинга. На овај начин се решава традиционални проблем недостатка времена за рад на свим сегментима успешног такмичарског наступа (нпр. тактика, техника, кондициона припрема). Тренинг је истовремено „кондициони“ и техничко-тактички. Овакви типови тренинга, за разлику од ранијег схватања кондиционих тренинга, носе и одређене

ризике. Ипак, добром организацијом и прецизним дозирањем оптерећења, могуће је надоместити недостатак оваквог типа тренинга, с обзиром да у истој вежби (нпр. у игри „6 на 6“) сви играчи не остварују исти потребан интензитет. (Остојић, 2015.)

Изддржљивост у фудбалу је сложена способност. У планирању и периодизацији њеног развоја, немогуће ју је изоловати је и третирати као посебну моторичку способност, с обзиром да се при извођењу било којег облика тренинга у већој или мањој мери утиче и на издржљивост. (Пајић, 2015.)

5.1.4.1. ФУНКЦИОНАЛНЕ СПОСОБНОСТИ ЖЕНА У ТАКМИЧАРСКОМ ФУДБАЛУ

Учешће жена у фудбалу је све масовније и извесније, те се питање специфичности спортског тренинга жена, само намеће. Иако је забележен пораст истраживања на узорку жена и даље су доминантна она на мушкој популацији. Механичко поистовећивање мушкарца и жене може нанети више штете него користи, поготово ако је у питању врхунски фудбал. На основу досадашњих истраживања може се рећи да општа максимална могућност одрасле жене представља 70-90% опште максималне способности одраслог мушкарца, а која првенствено произилази из морфолошких и функционалних карактеристика. Жена има мању максималну брзину, снагу, брзинско-снажну компоненту, издржљивост, знатно бољу покретљивост и окретност, већу прецизност и тачност покрета, у односу на просечног мушкарца. Снага било које мишићне групе код жена је у просеку мања, него код мушкараца истог узраста. Иако жене испољавају мању снагу, адаптација на тренинг снаге код жена се не разликује, због чега не постоји ниједан разлог да жене спортисткиње не примењују исте тренажне методе као и мушкарци. Спортски тренинг повећава $VO_2\max$ код жена на исти начин, као и код мушкараца. Заправо, истраживања последњих двадесетак година су указала на сличне тренажне методе, тренажне одговоре, физиолошке захтеве, и код мушкараца и код жена. (Јухас, 2011.)

У једном истраживању које је спроведено на 20 фудбалерки, чланица фудбалског клуба „Машинац“ из Ниша (освајача титуле првака СЦГ за 2003.г.) и 20 студенткиња које се активно не баве спортом, утврђене су међусобне разлике у 6 функционалних варијабли. Просечна вредност фреквенце срца у миру код фудбалерки

износи $69 \pm 6,6$ отк./мин., а код контролне групе $78,4 \pm 9,4$ отк./мин. са статистички значајном разликом. Просечна вредност систолног артеријског крвног притиска у миру код фудбалерки износи $106,16 \pm 10,5$ mmHg, а код жена контролне групе $114,7 \pm 7,9$ mmHg, са статистички значајном разликом. Статистички значајно ниже вредности систолног крвног притиска код фудбалерки, условљене су дејством физичких тренажних активности на нервни систем и крвне судове што је резултовало нижим вредностима артеријског крвног притиска. Средња вредност дијастолног артеријског крвног притиска у миру код фудбалерки износи $67,5 \pm 6,8$ mmHg, а код жена контролне групе $73,5 \pm 6,3$ mmHg, са статистички значајном разликом. Очигледно је да је утицај тренинга имао ефекте и на смањење дијастолног крвног притиска код фудбалерки. Просечна вредност фреквенце срца при оптерећењу код фудбалерки износи 145 ± 5 отк./мин., а код жена контролне групе $156,8 \pm 7,4$ отк./мин. са статистички значајном разликом.

Резултати указују да је одговор кардиоваскуларног система на исто оптерећење мањи код фудбалерки у односу на испитанице контролне групе, што је позитиван ефекат тренинга на кардиоваскуларни систем. Просечне вредности максималне потрошње кисеоника (VO_2max) - апсолутне вр. код фудбалерки износе $3,7 \pm 0,3$ л/мин., а код жена контролне групе $3,2 \pm 0,3$ л/мин. са статистички значајном разликом. Висока разлика која је код фудбалерки већа, може се објаснити утицајем усмерене селекције и дејством аеробног тренажног процеса. Релативне вредности максималне потрошње кисеоника (VO_2max) у просеку износе $63,1 \pm 8,1$ мл/кг/мин. , а контролне групе $55,4 \pm 7,3$ мл/кг/мин. што указује да су аеробне способности фудбалерки изнад просека, али и да су вредности аеробне потрошње кисеоника контролне групе изнад просека за особе које се активно не баве спортом (30 мл/кг/мин.).

Истраживачи наводе да су код нетренираних жена ниже границе подношења оптерећења у односу на мушкарце. Тако је кардиопулмонални капацитет мањи код жена у односу на мушкарце за 10-30%. Аутори сматрају да овакве разлике не могу да се превазиђу нити тренингом, нити такмичењем. У неким спортовима ова разлика је смањена, тако да жена која тренира може да надмаши резултатом мушкарца који не тренира.

Иста истраживања наводе резултате VO_2max код фудбалерки у апсолутним вредностима, које износе $2,3$ л/мин. или $41,8$ мл/кг/мин.

Младеновић (2000) наводи резултате компаративне анализе функционалних способности фудбалске женске југословенске репрезентације из 1986. и 2000. године.

Наиме, просечне вредности потрошње кисеоника у првој групи износиле су 2,8 л/мин. (49,6 мл/кг/мин.) и слабије су у односу на генерацију 2000. године 3,1 л/мин. (50,9 мл/кг/мин.).

Испитивање варијабли функционалних способности фудбалерки у односу на контролну групу, показује статистички значајну разлику у највећем броју испитиваних варијабли. На основу анализе испитиваних функционалних варијабли, закључује се да су фудбалерке значајно мањих вредности пулса у миру и при оптерећењу, и статистички значајно већих вредности VO_{2max} . Фреквенција срца у миру је у просеку нижих вредности у односу на жене које се активно не баве фудбалом, што је резултат утицаја тренажног процеса и адаптације кардиоваскуларног система на ове процесе. Вредности артеријског крвног притиска су такође нижих просечних вредности. Аеробне способности, сагледаване кроз релативне вредности VO_{2max} , су изнад просека, што је резултат усмерене селекције као и утицаја тренажног процеса. (Младеновић, 2003).

Истраживања показују да и фудбалерке и фудбалери користе аеробни и анаеробни енергетски систем на исти начин, али фудбалерке претрчавају краћа растојања у односу на фудбалере. Нажалост, само пар истраживања је спроведено на узорку фудбалерки. Утврђена је VO_{2max} од 38,6 – 57,6 мл/кг/мин. Репрезентативке Данске су, као тим, имале за 100 мл/кг/мин. виши ниво VO_{2max} од одговора тима са најслабијом формом. Ова велика разлика може имати везе са општим нивоом женског фудбала. Разлике у физичким карактеристикама, показатељима снаге и издржљивости између фудбалера и фудбалерки врхунских тимова, истоветне су њиховим седентерним карактеристикама пола. То значи да у поређењу са седентерним људима истог пола, врхунске фудбалерке су утрениране колико и врхунски фудбалери. Дакле, нема разлога тврдити да фудбалерке заостају за врхунским фудбалерима по питању карактеристика снаге и издржљивости. (Столен и сар. 2005.)

5.2. ФИЗИОЛОШКА АНАЛИЗА ТАКМИЧАРСКЕ И ТРЕНАЖНЕ АКТИВНОСТИ

5.2.1. АНАЛИЗА ФИЗИОЛОШКИХ КОМПОНЕНТИ УТАКМИЦЕ

Један од најпоузданијих показатеља физиолошких захтева које треба да прикаже врхунски фудбалер представља квантитативна анализа фудбалске утакмице. Објективна, поуздана и веродостојна анализа кретних активности фудбалера током утакмице омогућава разумевање физиолошких захтева и представља немерљив допринос што прецизнијем тренингу. На пример, анализа физиолошких показатеља током утакмице енглеских и италијанских клубова 90-тих година прошлог века, указала је на разлику у нивоу утренираности која је за последицу имала знатно већи успех клубова из Италије. Након сазнања да италијански фудбалери прелазе већа растојања током утакмице, притом радећи на већем интензитету који је за последицу имао бољи резултат, стил тренинга у енглеској лиги се променио и оријентисао према унапређењу ових показатеља. (Остојић, 2015.)

Први покушаји да се анализира профил активности фудбалера током утакмице изведени су у Шведској, крајем 60-тих година прошлог века, користећи видео-анализу кратких снимљених делова игре. Овај приступ даље је развијен у Енглеској, а касније и у Данској. Почетком 90-тих година у научним часописима су приказани подаци о разликама између играча на различитим позицијама (Бангсбо и сар., 1991).

Рана процена метаболичких захтева била је вршена мерењем телесне температуре, али није довела до значајнијих резултата због скривених финих промена у температури тела. Затим је потрошња енергије мерена коришћењем континуираног ХР снимања, омогућавајући детаљну анализу аеробних перформанси. Међутим, овај приступ није дозвољен током службених утакмица. Поред тога, ХР снимци не дају податке о активностима високог интензитета. Исто тако, директно мерење потрошње кисеоника није погодно за пружање података о високом интензитету вежбања, и мерења током тренинга и такмичења нису изводљива. Даља истраживања по питању анаеробних енергетских трошкова, била су прилично оскудна. Студија Круструпа и

сар., је мерила концентрацију *CP*-а помоћу биопсије узете из мишићног ткива фудбалера, одмах после високо-интензивне активности током фудбалског меча. Концентрација лактата у крви је узета као показатељ анаеробне потрошње енергије и резултати истраживања показују да се ниво лактата креће од 2-10ммол/л крви. Описане методе су довољно поуздан показатељ утрошка енергије током утакмице. (Осгнах и сар. 2010.)

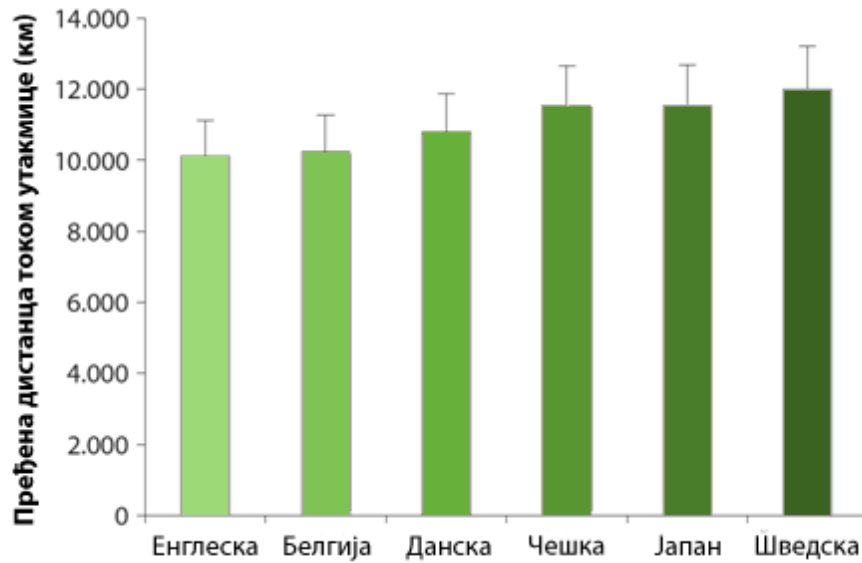
Инспирисани системом за анализу утакмица заснованог на видео-снимцима, почетком овог миленијума професионални фудбалски клубови су ставили у употребу велики број аутоматских система. Најуспешнији су системи са више камера које су развили „Amisco“ и „Prozone“, чије системе данас користе врхунских фудбалски клубови. Системи користе неколико високо-брзих камера инсталираних на стадиону, који снимају различите делове терена за анализу након игре. Поред тактичке анализе, ови системи пружају детаљне информације о кондиционим карактеристикама играча, укључујући и све интензивне трошкове трчања, а последњих година и убрзања. Технологија је довела до детаљних анализа многих делова игре, као што су важност тимске тактике и стил игре противника и њихов утицај на физичке захтеве, а велики број чланака у овој области објављен је у скорије време. Ове информације су пружиле детаљнију и нијансирану слику о захтевима играча, али се преглед основних захтева играча није променио. (Бангсбо, 2014.)

Ова анализа је донела велики напредак у физичкој процени фудбалера и користе је сви професионални тимови широм Европе. Њоме је омогућено и праћење кретања играча, судије и лопте на терену током 90 минута игре. Добијају се и подаци о релативној брзини играча, процентуалном поседу лопте, удаљеност од саиграча итд. Резултати истраживања показују да је: претрчано растојање у првом полувремену утакмице је обично за 5-10% више у односу на друго полувреме, играчи проводе 70% времена у активностима ниског интензитета као што су ходање и цогирање, док преосталих 30% ангажовани су у 150-250 активности високог интензитета од 15-20м. Фудбалери у спринту (19-25 км/х) проведу 1-3% времена утакмице и претрче 5-10% укупне пређене дужине. Просечно трајање спринта, односно убрзања је 2 - 4 сек. (Осгнах и сар. 2010.)

Данас се све више користи савремена технологија у тренажним процесима спортиста (GPSports, Catapult, Garmin, Suunto...). Највећа предност GPS-а је чињеница да током утакмице или тренинга омогућава праћење читавог тима одједном, док то није могуће са видео-анализом помоћу компјутера. Хардвер - **SPINPU** уређај је

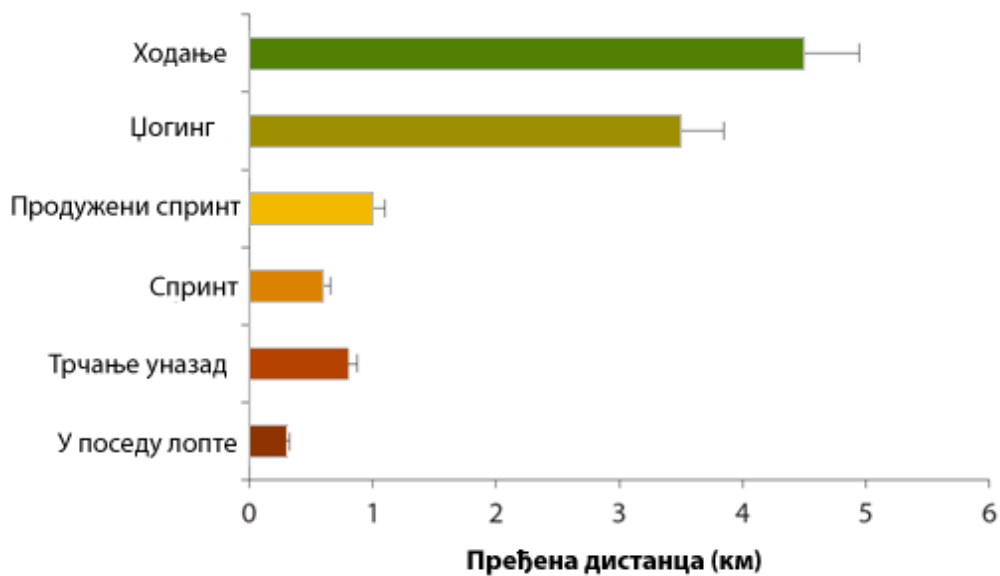
результат десетогодишњих истраживања и представља иновацију на тржишту од новембра 2012.-те године. Софтвер - **SPI IQ** представља најефикаснији GPS систем за обраду података. Овај програм обрађује и презентује податке који се добијају од програма **Team AMS**. У свега неколико минута, информације добијене путем уређаја **SPI HPU** бивају доступне (просечно време за обраду података и прављење извештаја за 20 играча је 10 минута). Добијени параметри су у врло кратком року потпуно прилагођени захтевима тренера, анализирани су одређени показатељи и активности фудбалера, што би у случају ручног обрађивања истих података, односно без коришћења ове технологије могло да потраје сатима. Уживо праћење путем GPS-а, праћење пулса и брзине кретања омогућавају тренерима да током саме активности добијају потребне информације. То им помаже да боље сагледају да ли се активност одвија недовољно или превише великим интензитетом, односно да прате утицај саме активности на спортисте, да процене да ли је обим саме активности мали или превише велики, па да на основу тога изврше корекцију у тренингу и слично. Сви потребни показатељи бивају доступни у тренутку, за сваког играча у тиму понаособ. Доступно је више од 20 варијабли за сваког појединца: дужина (тренутна пређена, пређена дужина у одређеној зони фреквенције срца, у одређеној зони брзине – м/с, км/х, укупна пређена дужина), брзина (тренутна, просечна, максимална, класификација према зонама), фреквенција срца (тренутна, просечна, максимална достигнута, време активности проведено у различитим зонама фреквенције срца), показатељи извршеног рада (метар по минути, број спринтева у минути, број изведених спринтева, време утрошено у спринту...), број убрзања (број убрзања у минути) итд. (Тимотијевић, 2014.)

Већина истраживања показује да просечна претрчана дужина током утакмице бекова и везних играча износи између 9 и 12км, са тежњом сталног пораста (слика 9). Играчи врхунских лига (Енглеска, Италија, Шпанија, Немачка) прелазе просечно за око 10% већа растојања током утакмице, у поређењу са играчима из слабијих лига, али та разлика постаје све мања. Растојања се углавном прелазе у активностима ниског интензитета (нпр. ходање, џогинг), а однос између активности ниског и високог интензитета (спринт) износи 7:1. Високо-интензивна трчања дешавају се у просеку сваких 30 секунди, а максимални спринт сваких 90 секунди, просечне дужине од 15м. Сваки фудбалер током утакмице учествује у око 1000 различитих активности, са променом кретања сваких 5-6 секунди и паузом од 3 секунде на свака 2 минута. Профили активности су типично ациклични, без обрасца понављања, мада веома слични када се упореде две или више утакмица.



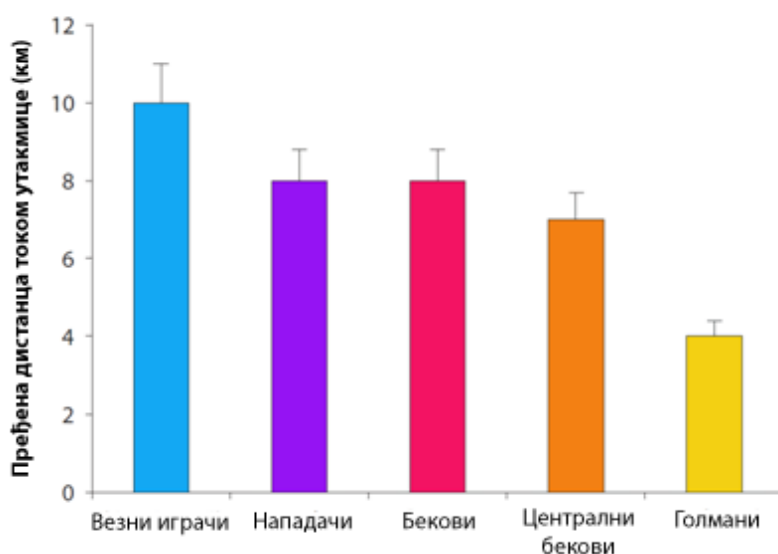
Слика 9. Пређено растојање током утакмице у појединим лигама

Посебна сличност уочава се у делу високо-интензивних активности. Ипак, укупна претрчана дужина само представља груб показатељ оптерећења током утакмице. Од кључног значаја је правременост тј. усклађеност активности са саиграчима. Само 2% пређене дужине се остварује током поседа лопте (слика 10).



Слика 10. Профил активности током фудбалске утакмице

Највећи део кретних радњи током фудбалске утакмице припада раду у зони аеробних оптерећења субмаксималног интензитета. Добро је позната чињеница повезаности високе аеробне способности са дужином пређеном током меча – највеће растојање пређу играчи средине терена (чак и >15км, највећа измерена претрчана дужина на једној утакмици износи нешто >17км) који имају и највећу аеробну способност у екипи. Са друге стране, централни бекови остварују за 20% мање пређено растојање током утакмице (слика 11).

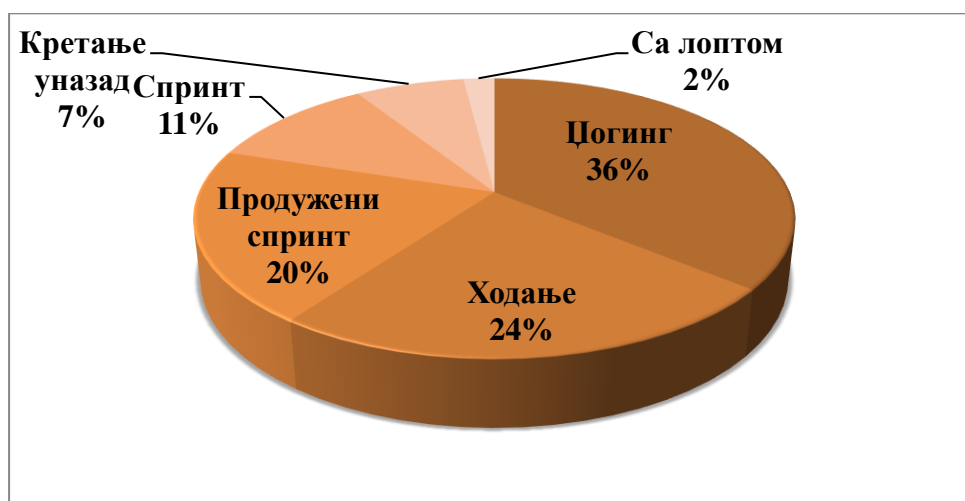


Слика 11. Пређено растојање на утакмици по играчким позицијама

У односу на ниво такмичења, може се приметити да постоји разлика у укупном броју претрчаних метара, али да је највећа разлика примећена у броју претрчаних метара високим интензитетом и спринтом. У једном истраживању је показано да играчи интернационалног нивоа, остварују 28% више активности високог интензитета (2,4км наспрам 1,9км) и 58% више спринтева (650м наспрам 410м) од професионалних играча нижег нивоа такмичења. Просечна потрошња енергије током утакмице се мења, зависно од бројних фактора и износи од 750 – 1500 kcal. Телеметријски системи омогућавају бежичну трансмисију сигнала и већина фудбалера има просечан пулс током утакмице око 170 отк./мин. У другом полувремену су забележене веће просечне вредности. Показана је нижа просечна вредност пулса код централних бекова (155 отк./мин.) у односу на везне играче и нападаче (170 отк./мин.). Променљивост овог показатеља је релативно ниска, са већим просечним вредностима током другог

полувремена. Чини се да је ова вредност уско повезана са растојањем које фудбалер пређе током утакмице. Током 66% утакмице, пулс је у оквиру опсега срчане фреквенције (разлика између максималног и јутарњег пулса), а током преостале 1/3 утакмице, пулс се пење изнад ових вредности. Просечан интензитет напрезања углавном износи око 75 – 80% $VO_2\text{max}$.

Интензитет оптерећења током фудбалских активности релативно прецизно се изражава мерењем концентрације лактата. Постепен пораст лактата уочава се током утакмице, а високе концентрације се јављају у игри која укључује маркирање противника (енгл. pressing) у односу на зонску тактику. Такође, веће концентрације су након игре која укључује дриблинг у односу на кратак контакт са лоптом. Поједини фудбалери остварују током утакмице вредности $>15\text{ммол/л}$, што угрожава даљу активност, мада је просек углавном испод анаеробног прага (4 ммол/л). Мада доминантан ниво активности током утакмице припада аеробној зони оптерећења, кључне активности трају релативно кратко и одвијају се високим интензитетом који припада анаеробној зони (слика 12).



Слика 12. Профил активности током фудбалске утакмице

Овакав вид рада захтева одговарајући тајминг, брзе прецизне радње ради освајања или контроле лопте и агилне покрете избегавања (спречавања) противника. Важан део рада је и способност опоравка између епизода напрезања ради припреме за наредну епизоду максималног рада. У том смислу, висок ниво аеробне форме помаже у опоравку од анаеробних епизода максималног рада.

У другом полувремену, претрчана дужина је за око 5% мања него у првом, и углавном је последица мањег броја претрчаних метара у зони ниског интензитета. Ово

је пре свега последица замора и тактичке одлуке играча да чувају енергију за периоде високог интензитета, који су у фудбалу одлучујући. Под највећим ризиком од опадања радних способности и појаве замора налазе се фудбалери са недовољном аеробном способношћу и испражњеним депоима гликогена. Дobar показатељ опадања радне способности код ових играча је смањен број кретних радњи без лопте и у одбрамбеним задацима. Други показатељ пораста замора је и повећање броја голова који се примају у последњим фазама утакмице (последњих 15 мин.). Ипак, примљени голови у овој фази су вероватно последица сложеног феномена у којем играју улогу и ризичан стил игре, повлачење пред сопствени гол, промена тактике и недостатак концентрације праћен менталним замором. Посебан ризик је код играча са слабијим техничко-тактичким знањима, који се може делимично спречити одговарајућим стратегијама, које омогућавају компетентну игру свих 90 минута (нпр. подизање нивоа аеробне форме, одговарајућа исхрана пре и током утакмице). Стил игре такође утиче на интензитет напрезања. Притисак на противничке играче (енгл. pressing) захтева повећано физиолошко напрезање и супериоран профил играча (углавном постоји у Енглеској, Шкотској, Ирској, скандинавским земљама, Немачкој). Са друге стране, фудбалери Јужне Америке прелазе за око 1км мање током утакмице у поређењу са европским фудбалерима, негујући стил игре који одговара слабијим физиолошким профилима. Када је реч о броју скокова са циљем ударца главом по лопти, значајно већи број скокова изводе централни бекови и нападачи (око 20 по утакмици) у односу на бекове (11 скокова) и везне играче (10 скокова). Клизеће стартове такође најчешће изводе одбрамбени играчи (око 25 по мечу). Успешну предају лопте саиграчу највише остварују централни бекови, а мање успешну везни играчи и нападачи. (Остојић, 2015.)

У такмичарској сезони на 80 утакмица фудбалери високе класе у аеробном режиму претрче 504км, у анаеробном-лактатном 258км, а у анаеробном-алактатном режиму спортске активности претрче 72км. При томе потроше 120.000 kcal, 15 000л O₂, направе 12.800л O₂ дуга и 90.000г млечне киселине. Просечно по једној утакмици, примењујући различите системе игре, на европским и светским првенствима и лигама шампиона, фудбалери потроше 1500 kcal (на тренингу по новој технологији 1680 kcal). Потроше око 220л O₂ само у трчању, од чега 60-70л у аеробном раду (на тренингу током трчања и пауза у серији 228л). Просечан кисеонички дуг који направе фудбалери у току тих утакмица износи 160л (на тренингу 256л) при чему се направи 1120г млечне киселине (на тренингу 1800г). Ниво кисеоничког дуга и створене млечне киселине у

времену указује, како на лактатни капацитет играча, тако и на његову лактатну моћ, али је истовремено пропорционална мера количине гликогена који се створи и разгради у току утакмице или тренинга. Слаба енергетска слика учинка наших фудбалера у односу на захтев утакмица, говори да они нису способни да остваре наведених број кретања потребном брзином, да изведу дати број брзих и спорих напада, на парирају противницима одбранама одговарајуће брзине итд. и да зато губе утакмице на европском и светском нивоу, без обзира који систем игре примењују. Сваком систему игре одговара посебна енергетска слика, што би наши тренери требало да знају када припремају своје фудбалере и примењују системе на утакмицама. Поред тога, требало би да знају да ли су њихови играчи кондиционо припремљени да подрже дати систем игре, пре него што га примене на утакмици, како би избегли тактичке грешке применом система који не могу енергетски да подрже њихови играчи. (Стефановић, 2011.)

5.2.1.1. ВИСОКО-ИНТЕНЗИВНО ТРЧАЊЕ И СТАНДАРД ИГРЕ

Утврђено је да успешни италијански тимови прелазе мања растојања (за 4-12%) при активностима вишег интензитета, у односу на мање успешне тимове, али веће удаљености док поседују лопту. Поред тога, играчи прелазе већа растојања у раду високог интензитета када се игра против јачег противника, у поређењу са противницима нижег квалитета. Утврђено је да је играње против јаких противника повезано са мањим поседовањем лопте и могуће је да играчи нижег стандарда морају покривати већа растојања у покушају да се затворе на играчима и врате посед.

Националне разлике приказане су истраживањем које је укључивало 5.938 анализа шпанских играча Ла Лиге и енглеских играча ФА Премијер лиге, што је показало да је трчање високим интензитетом (21-24 км/х) износило 4% укупне покривености и трчање спринта (> 24 км/х) - 5,3%. Играчи ФА Премијер лиге прелазе већу раздаљину при трчању високим интензитетом од шпанских играча. С друге стране, такве разлике у брзим покретима нису примећене у другим истраживањима у којима су играчи ФА Премијер лиге упоређени са италијанским и шпанским играчима. Ипак, нема сумње да постоје културне разлике. На пример, јужноамерички играчи су прелазили око 1000м мање од играча из енглеске ФА Премијер лиге.

Истраживања која су описана су испитивала фудбалере, али су такође оцењене и фудбалерке. Показало се да је високо-интензивна активност у врхунском женском фудбалу око 30% апсолутно нижа, него код мушког врхунског фудбала. Ово је потврђено у истраживањима врхунских фудбалерки, које се такмиче у Европској лиги шампиона, што показује да постижу ниже апсолутне вредности брзине од својих мушких колега. Један од главних разлога је тај што фудбалерке имају мањи физички капацитет - општу способност организма од мушкараца. (Круструп и сар. 2005.)

Енглески истраживачи су истраживали обрасце играња фудбала играча у старијој првој дивизији. Открили су да играч мења активност сваких 5-6 сек., а у просеку изводи спринт 15м на сваких 90 сек. Утврдили су да је укупна пређена раздаљина спољног играча од 8-11км : 25% удаљености је покривено ходањем, 37% трчањем, 20% трчањем испод максималне брзине, 11% спринтом и 7% трчањем уназад.

Охаши и колеге, истражујући фудбал у Јапану, потврдили су ове налазе, показујући да је 70% удаљености прекривено трчањем ниским до умереним интензитетом испод 4 м/с, док је преосталих 30% интензивно трчање или спринт брзином преко 4 м/с. Тако на пример, ако фудбалер претрчи укупно 10км, око 3 км ће се обављати брзим темпом, од чега ће вероватно 1км бити изведен највећом брзином.

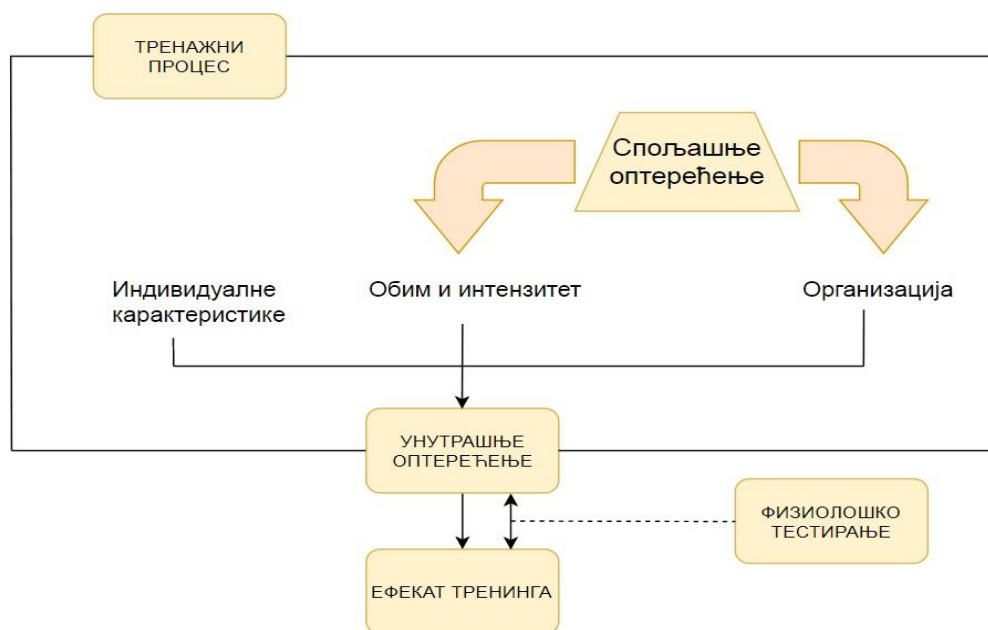
Образац фудбалске игре, такође је изражен временски. Мађарски истраживач Петер Апор описује фудбал који се састоји од спринта 3-5 сек., преплетених са периодом одмора од трчања, и ходања 30-90 сек. Према томе, однос активности високог и ниског интензитета је између 1:10 и 1:20 у односу на време. (Бангсбо, 2014.)

5.2.1.2. УТИЦАЈ ТАКТИКЕ ТИМА НА ФИЗИЧКЕ ЗАХТЕВЕ ФУДБАЛЕРА

Начин игре и тимски систем играју улогу у захтевима појединих играча. У недавном истраживању, анализиран је ефекат играња формација на трчање високим интензитетом и техничке карактеристике енглеских тимова ФА Премијер лиге. Нису забележене разлике у укупној претрчаној дужини или дужини претрчаној високим интензитетом између формација 4:4:2, 4:4:3 и 4:5:1, али играчи у 4:5:1 формацији су изводили мање високо-интензивних кретања када је њихов тим био у поседу лопте, а више када њихов тим није био у поседу лопте, у поређењу са формацијама 4:4:2 и 4:4:3. Ове разлике могу бити повезане са нападачким и одбрамбеним карактеристикама које су својствене овим формацијама игре. Систем 4:5:1 је дефанзивнији систем од 4:4:2 и 4:4:3 због појачања зона средине терена на рачун играча напред. Међутим, није било велике разлике у појединачним позицијама, осим што су нападачи у 4:4:3 извршили око 30% више кретања високог интензитета од нападача у формацијама 4:4:2 и 4:5:1. Такође, је примећено да је нападач у 4:5:1 имао значајан пад у раду високог интензитета у другом полувремену, што није забележено у другим системима игре. Могуће је да формација 4:5:1 захтева значајан физички рад нападача, и у одбрани, пошто је често изолован и мора вршити притисак на задњу линију. Укупан посед лопте није се разликовао између формација 4:4:2, 4:4:3 и 4:5:1, али је број прелаза и фракција успешних пасова био највиши у 4:4:2 у односу на 4:4:3 и 4:5:1 формације. Генерално, резултати показују да играње одређених формација, не утиче на свеобухватне профиле активности играча, осим на нападаче, али оне имају утицај на активан рад врло високог интензитета, са или без посуда лопте, и неке техничке елементе игре. (Бангсбо, 2014.)

5.2.2. ФИЗИОЛОШКЕ КОМПОНЕНТЕ ФУДБАЛСКОГ ТРЕНИНГА

Фудбалски тренинг је процес у коме се ефекти остварују применом тренажних садржаја – средстава (вежби), метода и оптерећења. Основни захтев приликом дозирања тренинга је дефинисање тренажних оптерећења, које се углавном заснива на процени „спољашњег“ оптерећења које се у тренингу користи. Примера ради, при програмирању рада са теговима, тренер ће пре свега дефинисати оптерећење (маса тега у кг) које фудбалер треба да савлада (нпр. подигне, потисне) одређени број понављања. Исто важи и при програмирању свих осталих врста тренинга (нпр. развој издржљивости трчањем деоница 6 x 1000м). Основни недостатак оваквог начина програмирања тренажних оптерећења је у чињеници да спољашње оптерећење којим се дефинише процес код различитих испитаника, остварује различито „унутрашње“ оптерећење (промене физиолошких и биохемијских показатеља) које је заправо основни стимулус у развоју специфичних адаптација организма. Иако је „спољашње“ оптерећење један од главних фактора који утичу на „унутрашње“ оптерећење, други фактори попут тренутног стања тренираности и генетске предиспозиције такође значајно одређују крајњи одговор организма на тренинг у погледу физиолошких и биохемијских адаптација (слика 13). (Остојић, 2015.)



Слика 13. Ефекат тренинга као последица „унутрашњег“ оптерећења

Енергетски захтеви тренинга се мењају у зависности од интензитета, фреквенције и трајања тренинга, али и периода сезоне. Већина играча спроводи недељни микроциклус редукованог тренинга, који омогућава опоравак од претходне утакмице, дане јачег тренинга и прилагођени тренинг у припреми за следећу утакмицу. У предсезони, оптерећење на тренингу је обично највеће, јер играчи морају бити на високом нивоу кондиционе припреме и спремни за почетак такмичарске сезоне. Енергетски захтеви тренинга су усмерени на кондициони део и тренинзи могу бити доста напорни. На тренинзима опоравка, регенерације или рада на вештини, енергетски захтеви су доста нижи. (Бангсбо и сар., 2006.)

Показано је да вежбе са мањим бројем играча на смањеном терену (нпр. „игра 4 на 4“, „4 на 2“, „10 на 10“) остварују различит физиолошки одговор организма код различитих испитаника (процењен као % HR_{max}). Штавише, установљено је да се интензитет ових активности разликује из дана у дан код истих испитаника! Дакле, са циљем мониторинга контроле тренажног процеса, неопходно је константно праћење „унутрашњег“ оптерећења организма.

Већ неколико деценија, као два основна показатеља у процени „унутрашњег“ оптерећења током тренинга, користе се вредност срчане фреквенције (пулса) и концентрација лактата у крви. Срчана фреквенција расте линеарно са повећањем интензитета активности. Пулсметри омогућавају праћење пулса током тренинга на једноставан и прецизан начин, и представљају стандардну процедуру у свим клубовима високог ранга. На тај начин се одвија редовна контрола и процена интензитета тренинга, као кључног показатеља функционалних и структурних промена организма. Концентрација лактата у крви представља показатељ нивоа коришћења гликолитичких извора енергије, односно периода активности високог интензитета, при коме аеробни путеви ресинтезе АТП-а нису довољни. То омогућава процену интензитета активности у тзв. „наткритичним“ оптерећењима, као и утврђивање критичне тачке аеробно-анаеробног прелаза. Коришћени заједно, ова два показатеља веома добро утврђују оптерећење организма у току рада. Мерење „унутрашњег“ оптерећења је било дуго година могуће остварити само у строго контролисаним условима (лабораторија). Развојем тренажне технологије у последњих двадесетак година, направљени су телеметријски системи праћења срчане фреквенције на терену изузетне поузданости. Такође, лаки и преносиви фотометријски лактат-анализатори омогућили су готово тренутно утврђивање концентрације лактата у крви на тренингу.

Мерење срчане фреквенције уз истовремено утврђивање концентрације лактата у крви, представља потребу у спортским гранама интермитентног (испрекиданог) типа активности (у које спада и фудбал) ради прецизног утврђивања „унутрашњег“ оптерећења. Истраживања су показала да је мерење pulsa током тренинга поуздан показатељ интензитета активности у фудбалу када се посматра цела екипа, али да су могућа одступања када се играчи анализирају појединачно. Ипак, овај недостатак могуће је отклонити мерењем концентрације лактата у крви и утврђивањем међузависности ова два показатеља у специфичном тесту (тзв. „HR-laktat test protokol“). Свака спортска грана има своје зоне интензитета (Остојић, 2015.).

5.2.2.1. ЗОНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ТРЕНИНГА

Зоне интензитета тренинга су релативно прецизно дефинисани интервали срчане фреквенције, одређени са циљем активирања области срчаног pulsa у којима срце и цео организам раде на одговарајући начин, према циљу који је постављен у току тренинга. Одређивање индивидуалних зона фудбалера омогућује прецизно дозирање и прерасподелу интензитета оптерећења у изради плана и програма тренинга. Због тога је неопходно разумевање и познавање показатеља, који условљавају правилно дозирање, контролу и процену за сваког појединог фудбалера. На основу тих информација одређују се трајање и карактер одмора и интервала оптерећења и сл. У фудбалу постоји **5 зона оптерећења**:

ЗОНА 1: ЗОНА ОПОРАВКА (РЕГЕНЕРАТИВНА ЗОНА)

Ова зона се одликује преминацијом спороконтрајућих мишићних влакана током рада, и утиче на основну издржљивост и бољу оксигенизацију мишићног ткива. Просечна фреквенција срца износи око 130 откуцаја у минути (120-140отк./мин.) односно 55-70% HRmax , (око 40-55% VO₂max), при чему концентрација лактата не прелази 2 ммол/л крви. Овај интензитет је познат као **аеробни праг**, тј. горња граница доминантног обезбеђивања енергије из масних извора (липолиза). Основни ефекти рада су: боља капиларизација активних мишића, пораст броја и величине

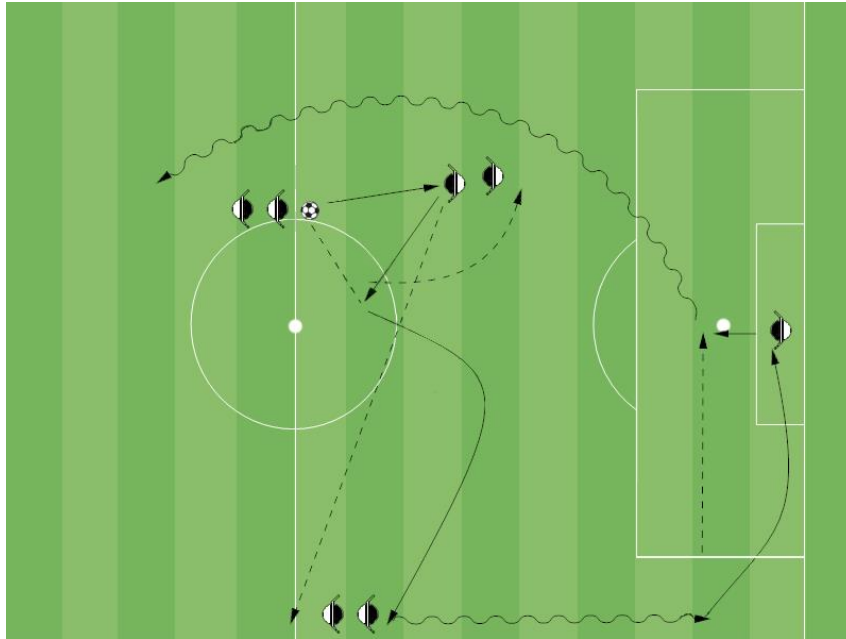
митохондрија, повећана потрошња масти (уштеда гликогена) и повећање базалног метаболизма. Тренинзи у зони опоравка или регенерације се примењују у процесу опоравка фудбалера након тежег појединачног тренинга, утакмице или мезоциклуса. Овај ниво оптерећења се примењује у интервалном тренингу, као период опоравка, с обзиром да изазива бржу разградњу млечне киселине. Поменути ефекти представљају предуслов за каснији развој аеробних способности (анаеробног прага и максималне аеробне моћи). Често је занемаривана, али данас постоји једногласан став теорије и праксе да је рад у овој зони неопходан са циљем стабилизације ефеката тренинга високог интензитета и спречавању претренираности. Тренинг се одликује континуираним равномерним типом активности или дугим интервалима ниског интензитета (спор до умерен темпо трчања), укупног трајања око 20-60 минута са интервалима активности од 15-20 минута. Могуће је примењивати атлетско трчање, техничко-тактичке вежбе (метод станица) или игру без посебних задатака, или вежбе технике у кружном методу. Изводе се 1-3 серије са активним одмором. Опоравак између понављања не би требало да буде дужи од 3 минута (враћање пулса на 120 отк.). Тренинзи у овој зони могу бити ефикасни у побољшавању укупног здравственог стања организма, јер се њиховом применом избацује психолошки стрес, снижавају се холестерол и крвни притисак. Ова зона се обично ради после тренирања у зони 4 или 5.

ЗОНА 2: ЕКСТЕНЗИВНА АЕРОБНА ЗОНА (РАЗВОЈ АЕРОБНОГ КАПАЦИТЕТА)

Тренинг фудбалера у овој зони примарно се користи у раној припремној фази или у тзв. базичном периоду, и служи за изградњу и одржавање првенствено аеробног капацитета тј. периферне аеробне издржљивости. Одликује се нешто већим ангажовањем „брзих“-оксидативних мишићних влакана (Т_{1р} Па) и порастом концентрације лактата на 3 ммол/л крви. Аеробни енергетски процеси који се претежно одвијају у „спорим“ мишићним влакнима су носиоци енергетских трансформација у овој зони оптерећења. Мишићи као енергију, претежно користе глукозу, глицерол и слободне масне киселине (80-85%), јер је у интересу организма да штеди и сачува брзу енергију из гликогена за јаке напоре, што се у овој зони никада и не догађа. Ова зона има две подзоне:

- **Зона 2а** – ниво оптерећења је од 65-80% од анаеробног прага. При таквом раду ефикасност спороконтрахујућих-оксидативних мишићних влакана за производњу енергије оксидативном разградњом масти се повећава уз истовремено мању разградњу угљених хидрата (гликогена и глукозе).
- **Зона 2б** – ниво оптерећења износи 80-90% од анаеробног прага, што узрокује веће стварање лактата него у претходној зони, и укључивање (Тип IIa) влакана.

У спровођењу тренинга најчешће се примењују континуирани метод, метод средњих и дугих интервала и метод променљивог темпа - „фартлек“. При томе се могу користити и техничко-тактичке вежбе, вежбе технике у кружном методу и игре на скраћеним теренима веће и средње величине. У „фартлеку“ се користе дуготрајније и мање интензивне промене темпа (фартлек за развој аеробног капацитета). Већина вежби у којима се тренира техника (дриблинг, трчање са лоптом, ударац) су погодне за аеробно екстензивно вежбање. Позиционе игре су такође погодне за тренинг издржљивости, где је терен за игру релативно велики. Просечан пулс је 140-160 отк./мин., тј. 70-80% HRmax, (око 55-70% од VO₂max). Основни ефекти рада су: повећање економичности мишићног рада, пораст резерви миоглобина у мишићима, пораст волумена крвне плазме, пораст густине капиларне мреже, мишићног гликогена, и ударног волумена срца, пораст прилива венске крви и активности срчаног мишића. Боље је снабдевање мишића O₂ и хранљивим материјама и брже је одстрањивање CO₂. Капацитет тренинга у овој зони је од 15-50 мин. са нешто краћим периодима рада од 10-15 мин. Изводе се 2-4 серије са активним одмором у коме се пулс враћа на 120 откуцаја. Опоравак не прелази 3 минута. Стварање лактата је на релативно ниском нивоу (око 2-2,5 ммол/л), што омогућује велик волумен тренинга. Ако је планиран тренинг у некој вишој зони, ова зона је добра за загревање. Она се користи и за смањење телесне масти, а код рекреативаца и за превенцију кардиоваскуларних болести. Тренинг у овој зони се обично ради после тренирања у зони 3. Применом тренинга дешавају се позитивни физиолошки адаптациони одговори.



Слика 14. Игравч даје пас на колону испред, прима повратни пас и шаље преносну лопту на другу страну. Игравч који је примио преносну лопту води је ка позицији за центаршут, центрира голману који је хвата и одмах му је прослеђује; исти играч пошто је лопту прихватио води је на почетну колону; након тога се играчи померају за по једно место.

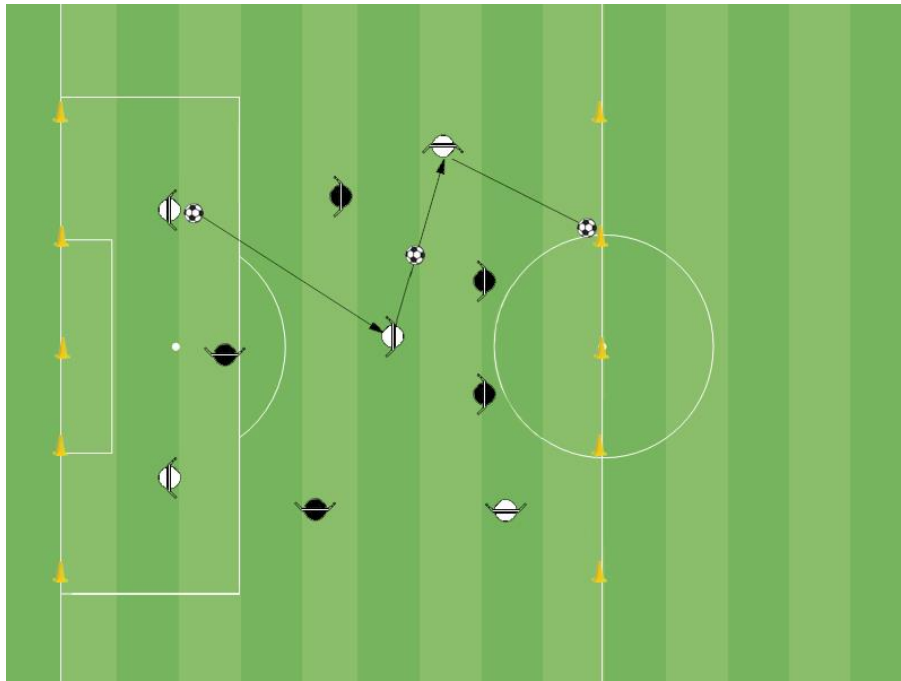
ЗОНА 3: ЗОНА АНАЕРОБНОГ ПРАГА (ИНТЕНЗИВНОГ АЕРОБНОГ ТРЕНИНГА / РАЗВОЈА АЕРОБНЕ МОЋИ / СПЕЦИФИЧНЕ ИЗДРЖЉИВОСТИ)

Радам у овој зони утиче се на способност система да повећа производњу енергије за рад мишића у јединици времена, тј. утиче се на специфичне аеробне способности. Често се наводи да је то мешовита зона аеробно-анаеробног рада на граници анаеробног прага. Ефекат примене тренинга односи се на подизање ефикасности целог кардиоваскуларног система, од периферних крвних судова до самог срца. Рад овим интензитетом максимално ангажује све елементе у аеробном стварању енергије за мишићни рад. Тиме се доводи и до побољшања толеранције на лактате и бољу разградњу киселих метаболита, те долази до позитивног померања анаеробног прага. У обезбеђивању енергије подједнако је учешће масти и угљених хидрата у односу 45:55. Са порастом оптерећења, мешовити енергетски систем се помера од

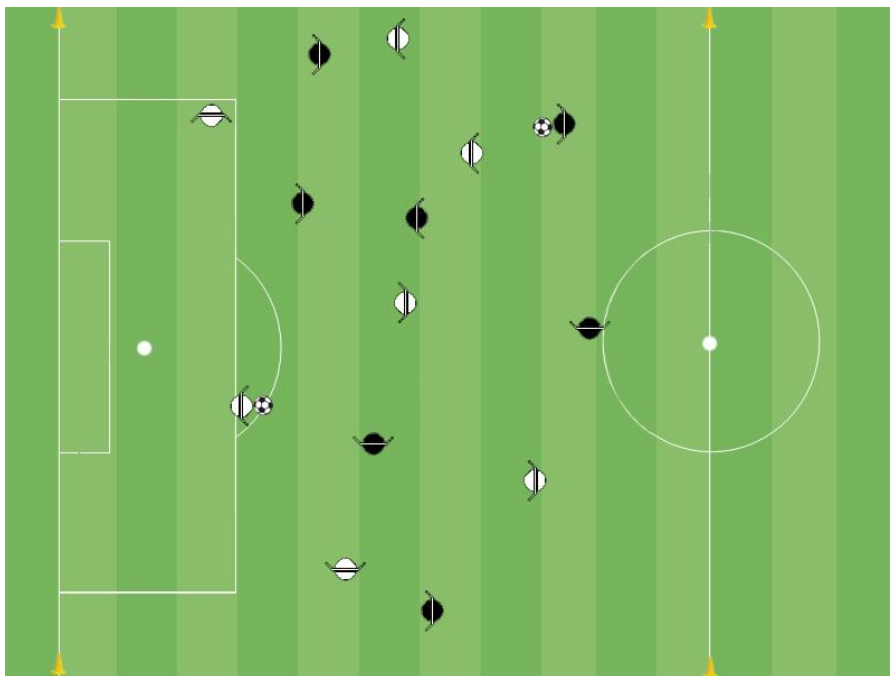
аеробног ка анаеробном уз постепено повећање активности „брзих“ – гликолитичких влакана (Тир IIb). Пораст концентрације лактата у крви на 4 ммол/л узрокује повећање рада кардиоваскуларног и респираторног система, који успевају да одрже „стабилно стање“. Ова зоне се дели на две подзоне:

- Зона 3а – ниво оптерећења је од 90-100% од АП
- Зона 3б – ниво оптерећења је од 100-105% од АП

У спровођењу тренинга најчешће се примењује интервални (интермитентни, испрекидани) екстензивни метод променљивог ритма, при чему се користе интервали високо-интензивног трчања средње дужине (800м-1500м), као и „фартлек“ метод. На тренинзима техничко-тактичког карактера, користе се игре на скраћеном простору у односу (5:5, 6:6 и 7:7). Углавном се користи висок темпо трчања. При томе је интензитет рада око анаеробног прага и износи 70-85% од $VO_2 \max$, што представља 80-90% HR_{\max} , пулс је од 165-180 отк./мин., док у интервалима смањеног оптерећења, интензитет рада обично износи 50-60% HR_{\max} . Горња граница ове зоне је позната као **анаеробни праг** и представља тачку аеробно-анаеробног прелаза, показатеља значајног за рад типа издржљивости. Са фудбалске тачке гледишта, интензитет ове зоне је средњи интензитет утакмице. Такође, утврђено је да се у току сезоне остварује напредак у вредностима анаеробног прага без узјамног пораста $VO_2 \max$, што указује на могућност да је овај показатељ стања утренираности фудбалера бољи показатељ од максималне потрошње кисеоника ($VO_2 \max$). Ова зона се користи с циљем развоја аеробне ефикасности и потрошње кисеоника, тј. развоја специфичне фудбалске издржљивости. Ефекти рада су још интензивније позитивне физиолошке адаптације, него у претходној зони 2 и повећање АП-а. Још више се повећавају енергетски капацитети, а посебно гликогенске резерве у јетри и ефикасност пуферских система. Рад укупно траје до 40-ак минута са периодима активности од 4-12 минута и активном или полуактивном паузом (однос рад : пауза је 1:2 до 1:3) у којој се пулс враћа на 130-120 откуцаја. Раде се обично 2-3 серије за мање искусне фудбалере и 2-5 серија за старије. Ова зоне се користи после тренирања у зони 1 или 2.



Слика 15. Игра 5x5 на простору пола игралишта. Кроз пас игру треба оборити чуњ. Игра се на време. Која екипа има више необорених чуњева по истеку временског интервала, она је победник.

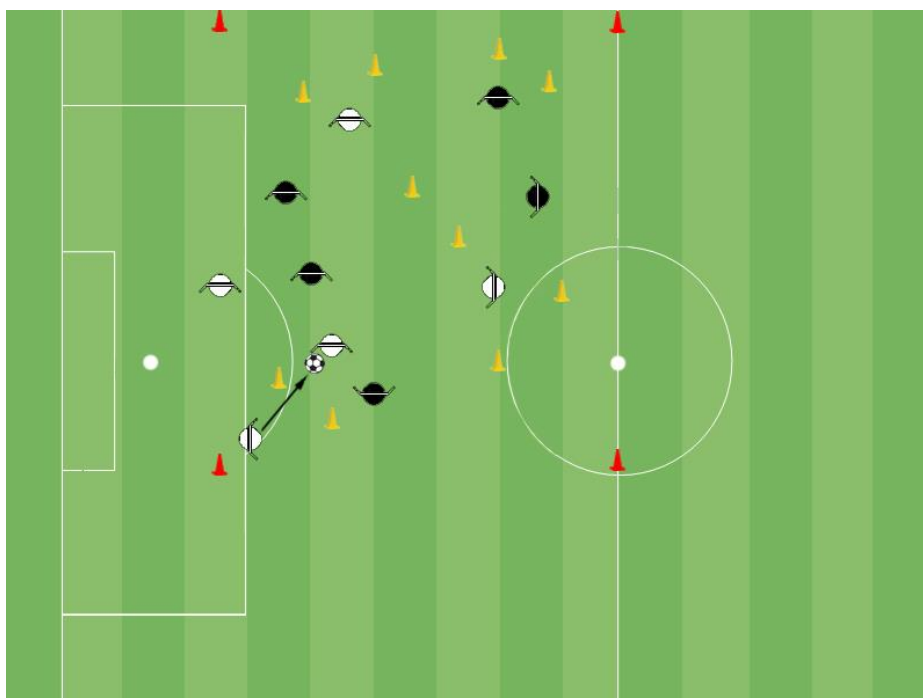


Слика 16. Игра се 7x7 на простору пола игралишта са две лопте. Оба тима истовремено чувају и одузимају лопту. Интензитет тренинга се мења променом захтева (променом броја додира лопте...).

ЗОНА 4: ИНТЕНЗИВНА АЕРОБНА ЗОНА (ЗОНА МАКСИМАЛНЕ ПОТРОШЊЕ КИСЕОНИКА VO_2max / РАЗВОЈ МАКСИМАЛНЕ АЕРОБНЕ МОЋИ / АНАЕРОБНА ГЛИКОЛИТИЧКА ЗОНА)

Ова анаеробна зона налази се непосредно изнад анаеробног прага. Карактерише се укључивањем у рад све већег броја „брзих“ гликолитичких мишићних влакана (IIb), концентрација лактата у крви расте до 8 ммол/л. У њој организам престаје да користи маст као енергију (јер се захтева сложенији метаболизам), и усмерава се на шећер тј. гликоген. Више доминира анаеробна гликолиза. У мишићима се због таквог метаболизма почињу нагомилавати продукти попут млечне киселине и других киселих метаболита (CO_2 , водоникови јони, кетонска тела), које организам не успева да избаци у току вежбања, па долази до убрзаног замора. Ова зона интензитета захтева високу толеранцију на лактате, тј. способност подношења високе концентрације млечне киселине у мишићима и у крви, као и високу способност разградње нагомилане млечне киселине. Главно оптерећење у активностима у овој зони имају брза-гликолитичка (IIb) и брза-оксидативна влакна (Tip IIa). У тренингу се примењују интервални (интермитентни) интензивни методи променљивог ритма, при чему се користе интервали високоинтензивног трчања кратке и средње дужине (интензивни пирамидални интервални тренинг, нпр. 150м-200м-300м-200м-100м), трчања од 150-400м на узбрдици од 3-5% нагиба, диференцијална трчања са поделом деонице, Блок тренинг високог интензитета – 15/30 сек., „billat“ тренинг интервали 30/30 сек., 60/60 сек., 180/180 сек. и сл.). На тренинзима техничко-тактичког карактера, користе се игре на скраћеном простору са додатним отежавањима (различити захтеви у броју контаката с лоптом, величини терена, броју играча, мењању односа рад-одмор, стриктном маркирању) у бројчаним односима (3:3, 4:4 и 5:5). Међутим, када се у овом типу тренинга користе разне игре, трајање вежбе треба да буде најмање 30 секунди, јер краћи периоди у вежбама са лоптом не обезбеђују потпун ефекат. Просечна срчана фреквенција износи >180 отк./мин. (170-190 отк./мин.) или 90-95%HRmax. Интензитет рада је изнад АП-а и износи 85-90% од VO_2max . Стварање лактата је на нивоу од 5-8/12 ммол/л. Физиолошке вредности плућне вентилације, ударног волумена и аеробног ћелијског метаболизма су максималне. Ефекти тренинга су: пораст ударног волумена срца и повећање VO_2max . Ефикасност кардиоваскуларног система је на највишем

нивоу. Повећава се и толеранција организма на пораст киселости средине и на повећање лактата. Укупан обим оваквог типа тренинга ретко прелази 25 минута (10-25мин.), са периодима рада од 20 секунди до 4 минута, што одговара дужинама од 100-600м. Изводе се обично 2-4 серије за мање искусне фудбалере или 3-6 серија за старије са активним и полуактивним одмором у коме се пулс враћа на 140-130 откуцаја. Пауза је у зависности од примењеног метода до 2-3 пута дужа од периода активности (1:2, 1:3). Ова зона се ради после тренирања у зони 2.



Слика 17. Игра се 5:5 играча са 5 голића. Гол се постиже приликом одигравања паса саиграчу кроз неки од постављених голића. Интервал рада је 30 сек., следи 30 сек. активног опоравка без лопте, трчање је за нијансу слабијим интензитетом него током вежбе.

ЗОНА 5: ЦРВЕНА ЗОНА (ЗОНА МАКСИМАЛНЕ АНАЕРОБНЕ МОЋИ / БРЗИНСКА ИЗДРЖЉИВОСТ / ЛАКТАТНА ТОЛЕРАНЦИЈА)

Интензитет рада у овој зони обухвата широк распон интензитета, од максималне брзине трчања (фосфагени алактатни) до максималне брзине достигнуте у прогресивном тесту оптерећења на тредмилу (анаеробни гликолитички капацитет – брзинска издржљивост). Трајање рада је од неколико секунди тј. < 7 сек. (тренинг брзине или деривата снаге - експлозивне и брзинске снаге) до 1,5-2 мин. (тренинг брзинске издржљивости). Често се назива и тренинг анаеробног капацитета. Тренинг се спроводи применом интервалних метода. Интензитет је од 90-130% од VO_{2max} (95% V_{max}). Ова зона дели се на три подзоне:

- **Зона 5а – алактатног механизма (ресинтезе АТП-а).** При раду нема производње киселих метаболита. Интензитет рада је 100% и остварује се максималном могућом брзином трчања, коришћењем веома кратких понављајућих интервала, који трају до 7 секунди или су дужине од 10-50м. Капацитет трчања је од 300-600м. Изводи се у серијама, за млађе фудбалере 3-5, а за искусније 4-8 серија. Паузе имају полуактиван до пасиван карактер. Однос рада и одмора је 1:10 до 1:20, или се пулс мора вратити у зону компензације тј. 110-100 откуцаја. Паузе између серија могу трајати 5-6 мин. Систем који је одговоран за ресинтезу АТП-а је фосфагени (*АТФ-СР*). Поред кратког спринтања, користе се поскоци и скокови од ниског до високог нивоа, техничке дрил комбинације, као и такмичарске игре брзине. (Пајић, 2015.)

Пример тренинга фудбалера у такмичарском периоду за развој алактатне моћи

1. Загревање 15 минута
2. Вежбе брзинског карактера

I комплекс вежби:

- 2x3 сек. максимално брзо кретање стопалима у месту и излаз у спринт 3-5м
- 2x3 сек. исто, али ноге се крећу у свим правцима
- 2x3 сек. с финтирањем трупом уз брзе покрете ногу у кретању (у паровима) и спринт 3-5м

- 2x3 сек. брзи покрети ногу („дог“) и окрет са преласком у тзв. „бековски плес“ 5м

II комплекс вежби:

- 3x30м, 3x20м, 3x10м спринт (последњих 10м, односно 5м се трчи најбрже)
3. Техничко-тактички тренинг који следи се обавља кроз брзе активности са лоптом, односно фудбалска кретања на краћем простору (тренинг траје око 50 минута). (Стефановић и сар., 2010.)

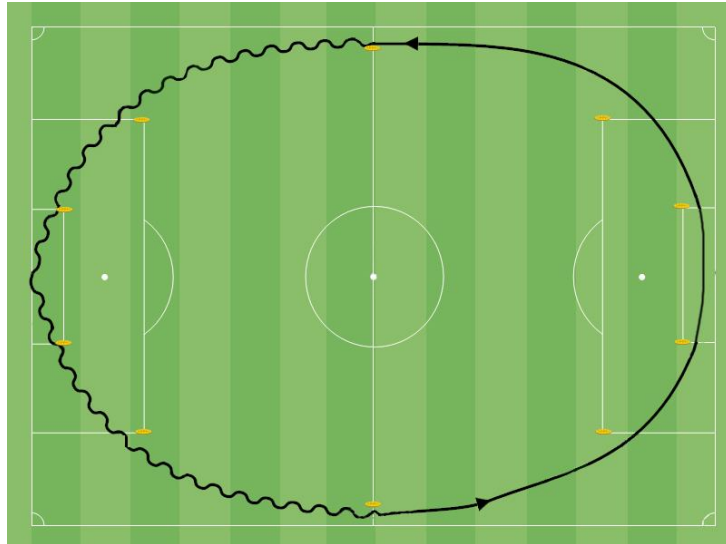
- **Зона 5б – брзинске издржљивости (лактатног механизма).** При раду долази до стварања киселих метаболита. Интензитет износи од 95-100% V_{max} . Изводи се у кратким понављајућим интервалима који трају од 8-30 секунди. При томе се претрчава од 50-200м. Укупан обим тренинга је од 600-1200м. За млађе фудбалере се остварује у 2-4, а за старије у 3-5 серија. Паузе имају активан до полуактиван карактер. Однос рада и одмора је 1:3 до 1:6. Пауза између серија је 7-10 мин. У тренингу, поред трчања у кратким интервалима, користе се најчешће трчања са променама правца („шатл“ трчања). Поред фосфагеног (*АТФ-СР*) система за ресинтезу АТФ-а је одговорна анаеробна гликолиза. (Пајић, 2015.)

Пример тренинга у коме се интегрално утиче на побољшање **гликолитичке брзинске издржљивости** са и без лопте, што је слично активности фудбалера за време утакмице.

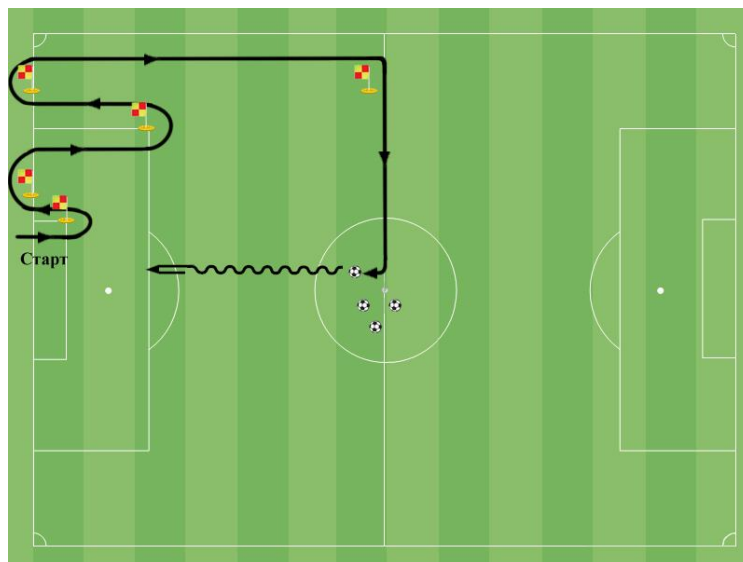
Кондициони задаци:

- 4x300м – 150м трчање са лоптом + 150м без лопте (слика 11), трајање спортске активности 42 - 45 сек., одмор 2-3 мин.
- 4x150м – са завршницом у облику ударца лопте на гол (слика 12), трајање активности око 30 сек., одмор 1,3 мин.

Активан одмор између серија је 6 - 8 минута.



Слика 18.



Слика 19.

Техничко-тактичко-кондициони задаци:

- „чување“ (задржавање) лопте у игри 3:3, на простору димензија 15x15м, 4x2 мин.
- чување лопте на простору димензија 20x20м (4:4), 4 x 2 минута
- чување лопте на ½ игралишта (4:4 + 1), 4 x 2 мин.
- игра на 2 гола на ½ игралишта (4:4 + 1), 4 x 2 мин.

Активан одмор између понављања 2-3 мин., а серија 6-8 мин.

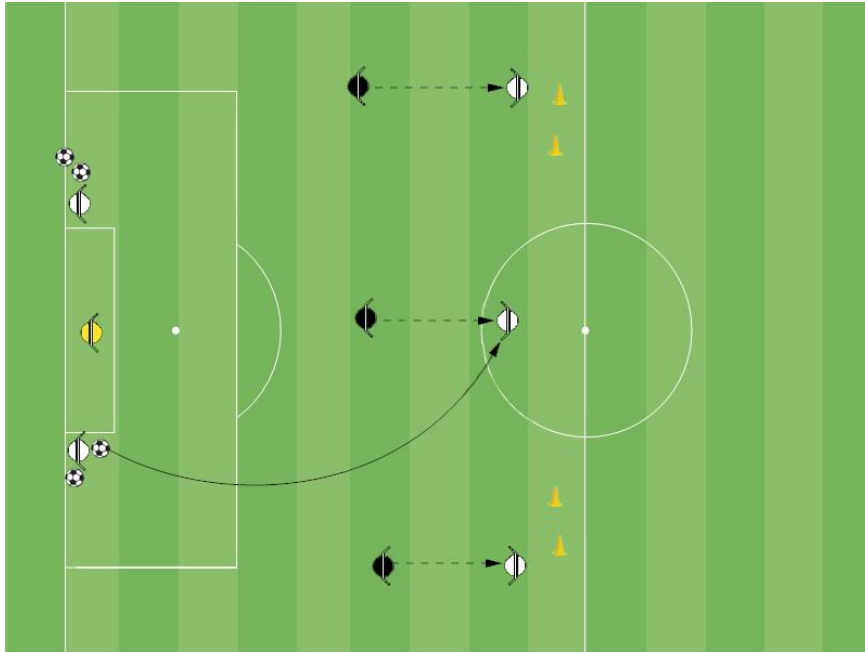
Услов: игра „човек на човека“, број додира лопте неограничен. Помоћу ових вежби се усавшавају: брзо маркирање и демаркирање, сарадња на смањеном простору приликом поседа и одузимања лопте (тактички задаци), игра кратких пасова, дриблинг, дуел игра (технички задаци), лакатна издржљивост (кондициони задатак). (Стефановић и сар., 2010.)

- **Зона 5в – лакатне толеранције.** У раду долази до значајне производње киселих метаболита. Интензитет је од 90-100% па и више од VO_2max , што представља 95-100% $HRmax$. Просечан пулс је > 180 отк./мин. У спровођењу тренинга се користе интензивна трчања, спринтеви, техничке вежбе са додатним захтевима, као и игре на малом простору у односу (1:1, 2:2 и 3:3) са стриктним маркирањем. Капацитет тренинга је од 8-15 минута са периодима рада од 30 сек. до 1,5-2 мин., што одговара дужинама од 100-400м. Раде се обично, за млађе фудбалере 1-2 серије, а за старије 3-5 серија са пасивним и полуактивним одмором, у коме је однос рада и одмора 1:1 до 1:3. Пауза између серија је око 10 минута. Ова зона се ради после тренирања у зони 2. (Пајић, 2015.)

У раду се укључује максималан број мишићних јединица. Концентрација лактата достиже вредности од > 12 ммол/л крви при пулсу од 195 отк./мин.

Основни ефекат оваквог типа тренинга је навикавање организма на рад високог интензитета и толеранција на бол код појаве ацидозе (киселости мишића). Овај тип тренинга је изузетно психофизички захтеван и иако представља најефикасније средство за развој практично свих способности фудбалера, потребно га је строго контролисати. (Остојић, 2015.)

Фудбалер на утакмици (аеробно-анаеробни режим рада, просечан пулс 165-175 отк./мин., лактати 4-5 ммол/л) нема напор да достигне високу лактатну толеранцију. Зато што је не достиже, односно не повећава лактате на веће вредности, има много нижу лактатну толеранцију (14-17 ммол/л) у односу на врхунске атлетичаре тркаче. (Стефановић и сар., 2010.)



Слика 20. Дуга лопта се одиграва на нападаче; после се ствара ситуација 3:3 у којој нападачи постижу погодак на велики гол са голманом, а дефанзивци на један од два мала гола; промена улога после 45-60 сек.

5.2.2.2. ТЕРЕНСКИ МОНИТОРИНГ

За одређивање зона интензитета користи се више критеријума. Они се заснивају на показатељима који могу бити одређени директним или индиректним методама. Ти показатељи су:

- интензитет оптерећења при аеробном или анаеробном прагу и максимална потрошња кисеоника VO_{2max} (одређују се директним мерењем вентилацијских показатеља и концентрације млечне киселине у крви)
- максимална фреквенција срца (HR_{max} , FS_{max}) и фудбалерова субјективна процена оптерећења (измерене или процењене мање поузданим индиректним методама).

У новије време тренери се првенствено ослањају на мерење фреквенције срца као показатеља интензитета оптерећења, иако је она индиректан, и не претерано поуздан показатељ оптерећења, с обзиром да бројни фактори утичу на њену вредност.

Она није толико прецизан показатељ за одређивање зона интензитета. Познато је да постоје индивидуалне разлике у реакцијама фреквенције срца на исту активност, те се јавља проблем одређивања индивидуалне вредности фреквенције срца, која одговара поједином интензитету.

У пракси, често употребљавана (HRmax) као критеријум за одређивање зона интензитета, није се показала као практично и добро решење, зато што:

- постизање процењене (HRmax) је често отежано, јер захтева висок степен мотивације, коју многи фудбалери једноставно не могу достићи
- интензитети на тако високим нивоима фреквенције срца нису здравствено најсигурнији
- зоне тренинга базиране на (HRmax) променљиве су од спорта до спорта (свака спортска грана има своје вредности зона фреквенције срца)
- зависи од количине мускулатуре укључене у активност
- зависи од утицаја гравитације
- утврђена (HRmax), која се обично одређује у односу на године живота и пол, ако не узима у обзир тренутну припремљеност, односно ниво физичких активности фудбалера, реално није (HRmax), те условљава потпуно погрешну процену зона интензитета (Пајић, 2015).

Максимална фреквенција срца се не повећава као резултат тренинга и није по себи показатељ физичке припремљености. Срце одговара на физички тренинг повећањем величине и ефикасности срца као пумпе. Хипертрофија срчаног мишића за последицу има већи ударни волумен, а већа лева комора омогућава знатније пуњење крви пре контракције срца. Обе појаве се манифестују у нижој фреквенцији срца у миру и то је чест налаз код професионалних фудбалера. Најниже средње вредности пулса у миру од 48 отк./мин. су показане код енглеских фудбалера прве лиге. Група енглеских истраживача је показала да су просечне вредности пулса у миру код врхунских фудбалера око 50 отк./мин. Срчана фреквенција у миру позната је као индекс припремљености, чији је кредибилитет заснован на претпоставци да је нижи пулс у миру производ већег ударног волумена, који је повезан са већим минутним волуменом и већом аеробном способношћу. Међутим, постоје неслагања у разлозима који доводе до смањења пулса у миру код врхунских фудбалера. Познато је да срчана фреквенција даје брже одговоре на тренинг, него аеробна способност, а поједини фудбалери са високим вредностима аеробне способности (> 70 мл/кг/мин.) имају пулс

у миру 70 отк./мин. Све ове чињенице стављају под знак питања веродостојност коришћења пулса у миру као индекса припремљености и утренираности. Показатељ који је веродостојнији у процени кардиоваскуларних карактеристика врхунских фудбалера је одговор пулса на физичку активност, много пре него пулс у мировању. (Остојић, 2015).

У савременој технологији тренинга веома су присутне операционализоване апликације, које омогућавају брзо и прецизно одређивање зона интензитета, а на основу постављених критеријума за њихово препознавање. Оне се називају калкулатори интензитета зона издржљивости. Табела 2 приказује калкулатор циљних интензитета у случају да се као критеријум за одређивање зона интензитета узима раније утврђена (HRmax).

Зоне	% HRmax	HRmax	Target
1	60	187	112
	69	187	129
2	70	187	131
	79	187	148
3	80	187	149
	89	187	166
4	90	187	168
	95	187	178
5	96	187	179
	98	187	183
	100	187	187

Табела 2. Калкулатор интензитета зона издржљивости у односу на максималну фреквенцију срца (HRmax)

У пракси је често примењивано одређивање зона издржљивости фудбалера у односу на његову способност максималног аеробног интензитета, тј. да прими и утроши кисеоник (VO_{2max}). Табела 3 приказује калкулатор циљних интензитета у случају да се као критеријум за одређивање зона интензитета узима раније утврђена максимална потрошња кисеоника (VO_{2max}).

Зоне	%VO ₂ max	VO ₂ max	Target
1	40	50	108
	55	50	124
2	56	50	125
	70	50	140
3	71	50	141
	83	50	154
4	84	50	155
	90	50	162
5	91	50	163
	95	50	167
	100	50	173

Табела 3. Калкулатор интензитета зона издржљивости у односу на максималну потрошњу кисеоника (VO₂max).

Дозирање и контролу интензитета тренинга издржљивости, најбоље је одређивати у односу на интензитет при анаеробном прагу, (зона лактатног прага, односно LTHR- зона прага базирана на фреквенцији срца). Анаеробни праг (АП) је најбољи показатељ реалне реакције организма на примењени напор тренинга издржљивости и омогућава боље варирање између појединаца. Табела 4 приказује калкулатор циљних интензитета у случају да се као критеријум за одређивање зона интензитета узима раније утврђени АП, односно фреквенција срца при анаеробном прагу – (LTHR).

Зоне	% LTHR	LTHR	Target
1	65	178	116
	81		144
2	82	178	146
	88		157
3	89	178	158
	93		166
4	94	178	167
	102		182
5	103	178	183
	105		187
	106		189

Табела 4. Калкулатор интензитета зона издржљивости у односу на интензитет при анаеробном прагу (АП), базиран на фреквенцији срца (LTHR).

У савременој технологији тренинга издржљивости поред примене софтверски операционализованих калкулатора за прецизно одређивање зона интензитета, посебно место припада активном телеметријском праћењу оптерећења и ефеката тренинга. Постоји више система, али овде ће се споменути све чешће примењивани „SUUNTO“. Он садржи „SUUNTO монитор“, „SUUNTO тренинг менаџер“ и „SUUNTO тим менаџер“.

Употребом оваквих система могу се избећи преклапања зона и непотребно улажење у виши или ниши режим тренинга. Највећа корист „SUUNTO система“ је прецизна анализа (која је сада могућа и ван лабораторије) физиолошког оптерећења током тренинга. „SUUNTO“ тренинг анализа омогућава утврђивање вредности:

- нивоа срчаног рада
- потрошње кисеоника (VO_2max)
- потрошње енергије и
- вентилације и фреквенције дисања

Дакле, овај систем на основу претходно утврђених вредности физиолошких показатеља, помаже да се пронађе и формира прави ниво оптерећења, који одговара планираној зони оптерећења у циљу најбољег могућег тренажног ефекта.

„SUUNTO монитор“ је софтверски алат за тренере, који прати, бележи и приказује рад срца чак и до 42 фудбалера истовремено у реалном времену. Суштина овог мониторинга тренинга је у томе што тренер у реалном времену може да прати у којој зони оптерећења се налази сваки играч који учествује у задатој вежби. Тако на екрану може утврдити ниво срчане фреквенције, % VO_2max , као и на основу видљиве боје на екрану зону интензитета у којој се играч тренутно налази. То му омогућује да упозори сваког играча да мења интензитет рада, како би се вратио у одговарајућу зону, односно како би се сви играчи налазили у тренингом и вежбом планираној зони оптерећења. Треба напоменути да иста боја на екрану значи да се сви играчи налазе у истој зони, али и то да су сви различито оптерећени, јер систем омогућава да се индивидуално програмирају зоне интензитета за сваког играча понаособ. Овакав мониторинг омогућава тренеру да сними интензитет оптерећења за сваког играча током сваке вежбе појединачно или чак цео тренинг, како би касније могао да изврши потребне анализе. Ова пост-анализа је нарочито важна у систематском праћењу и архивирању оптерећења тренинга током планираних микро или мезоциклуса тренинга. „Firstbeat Technologies Ltd.“ је развио софтверске моделе процене („ЕРОС“) и даљег (ТЕ) током вежбања. „ЕРОС“ (Excess post exercise oxygen consumption, ml/kg) је прва физиолошка основна мера за праћење акумулације тренинга оптерећења и напора током тренинга, као и неопходног опоравка. Он је општа мера физиолошког одговора узрокована тренингом, моделиран је на основу података о интензитету вежбања (% VO_2max). „ЕРОС“ интегрише ефекте целог тренинга. „Тренинг ефекат“ (ТЕ) показује колико је тренинг побољшао аеробну моћ или капацитет, тј. максималне одлике кардиоваскуларног система и способности да се одупре умору током током тренинга издржљивости. Сви ови системи омогућавају прецизно дозирање и прераспodelу интензитета оптерећења у реализацији плана и програма тренинга. Уз активно телеметријско праћење оптерећења и ефеката тренинга и уз правилну прецизну индивидуално дозирану периодизацију зона, фудбалери се током тренинга не исцрпљују и спречава се долазак у стање претренираности (Пајић, 2015.).

6. ЗАКЉУЧАК

Врхунски фудбалери морају да поседују висок ниво припремљености да би се изборили са изазовима и захтевима савременог фудбалског меча. Усклађивање свих капацитета врхунског фудбалера остварује се кроз различите нивое и облике програмирања тренинга, уз контролисање праћењем физиолошких варијабли. Заједничка карактеристика за све облике тренинга је да се изведена и увежбана активност на тренингу, понови и на утакмици што је могуће сличније. Са физиолошке тачке гледишта, фудбалски тренинг се састоји од аеробног тренинга, анаеробног тренинга и специфичног мишићног тренинга. Аеробни тренинг даље има своје компоненте: тренинг ниског и високог интензитета и тренинг опоравка. Анаеробни тренинг обухвата тренинг брзине и тренинг тзв. брзинске издржљивости, који опет има своју развојну фазу и фазу одржавања.

Основни циљ овог рада био је да објасни значај физиолошких истраживања и запажања у целокупном тренажном процесу фудбалера, упозна њихове функционалне карактеристике и повеже теорију са методским основама тренинга, које су од кључног значаја за напредовање и постизање високих спортских резултата. Знања из области енергетике фудбала тј. физиолошких захтева игре и тренинга, треба да омогуће тренерско стваралаштво, креативност у раду, проналазак нових идеја, али и методских поступака у тренирању и стварању висококвалитетних играча и тимова.

У последњих 20-ак година знатно су се повећале базе научних информација, које се баве физиолошким захтевима фудбалске игре и тренинга. Претходна истраживања су углавном оцењивала идеалан физиолошки профил успешних фудбалера из западне Европе и Америке, док недостају подаци о врхунским фудбалерима из источне Европе. Физичке и физиолошке карактеристике фудбалера могу бити кључни фактори који доприносе континуираном вишегодишњем недостатку резултата домаћих фудбалских тимова на међународним такмичењима. Карактеристике као што су аеробни и анаеробни капацитет и моћ, од великог су значаја у процењивању и тренингу врхунских фудбалера.

Фудбалска игра је скуп физичких, физиолошких и психолошких капацитета. Веома је тешко кроз изоловане физиолошке показатеље одређивати успех. Потребно је укључивати стручњаке из физиологије спорта у свакодневни тренажни и такмичарски рад, који ће директно на терену помоћи да сваки нови тренинг буде прецизније дозиран

и програмиран, уз кључне савете који су неопходни за постизање успеха у овом спорту.



7. ЛИТЕРАТУРА:

1. Bangsbo, J. (2014). Physiological demands of football. *Sports Science Exchange*, 27(125), 1-6.
2. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.
3. Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 110-116.
4. Juhas, I. (2011). SPECIFICITY OF SPORTS TRAINING WITH WOMEN. *Physical Culture/Fizicka Kultura*, Vol. 65; (Suppl. 1): 42-51.
5. Krstrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. E. L. G. A., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(7), 1242-1248.
6. Mladenovic, I. (2003). Comparing analysis of anthropometrics characteristics and functional abilities of top female football players and of female who doesn't train any sport actively. *Acta Medica Medianae*, 42(4), 29-33.
7. Oliveira, C. C., Ferreira, D., Caetano, C., Granja, D., Pinto, R., Mendes, B., & Sousa, M. (2017). Nutrition and supplementation in soccer. *Sports*, 5(2), 28.
8. Osgnach, C., Poser, S., Bernardini, R., Rinaldo, R., & Di Prampero, P. E. (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*, 42(1), 170-178.

9. Reinholz, K., & Matušinski, M. (2015, January). Determination and monitoring of physiological load in soccer small sided games. In *Kondicijska priprema sportaša*.
10. Stølen T., Chamari K., Castagna C., Wisløff U. (2005). Physiology of Soccer. *Adis Data Information BV. Sports Med*; 35 (6): 501-536.
11. Treeraj, A., Kamutsri, T., Lawsirirat, C., & Intiraporn, C. (2016). Matching Physiological Demand of Competitive Soccer Matches with Comprehensive Complex Training for Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19(6).
12. Алексић, В., & Јанковић, А. (2006). ФУДБАЛ: Историја-Теорија-Методика. Факултет спорта и физичког васпитања, Београд.
13. Ђорђевић-Никић, М. (2002). Исхрана спортиста.
14. Ивић, М. (2013): *Примена појединих метода за развој издржљивости у тренингу фудбалера*. Дипломски рад, ФСФВ, Београд.
15. Илић, Н. (2010). Физиологија физичке активности. *Факултет спорта и физичког васпитања, Београд*.
16. Остојић, С. М. (2006). *Основи физиологије спорта*. Тимс – Факултет за спорт и туризам.
17. Остојић, С. М. (2015). *Физиологија фудбала*. Datastatus, Београд.
18. Пајић, З. (2015). Технологија развоја издржљивости у фудбалу – зоне интензитета. *Фудбалски код*, (1), 43-52.
19. Перић, Д. (2000). Пројектовање и елаборирање истраживања у физичкој култури. *Фине Граф, Београд*.
20. Стефановић, Ђ. (2011). *Философија, наука, теорија и пракса спорта*.
21. Стефановић, Ђ., Јаковљевић, С., & Јанковић, Н. (2010). Технологија припреме спортиста. *Београд: Факултет спорта и физичког васпитања Универзитета у Београду*.
22. Сузовић, Д., & Недељковић, А. (2010). *Антропомоторика практикум*. Београд. *Факултет спорта и физичког васпитања*.
23. Тимотијевић, Б. (2014): *Место, значај и примена GPSports технологије у фудбалском тренингу*. Дипломски рад, ФСФВ, Београд.