

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za šport

Marko Zanoškar

**ANALIZA NEKATERIH FIZIOLOŠKIH SPREMENLJIVK
PRI DVEH TIPIH ROKOMETNEGA TRENINGA**

Diplomsko delo

Mentor: izr.prof.dr. Marko Šibila
Somentor: asist. dr. Primož Pori
Recenzent: doc.dr. Mirjam Lasan

Ljubljana, avgust 2007

Zahvala

Na tem mestu bi se rad najprej iskreno zahvalil mentorju dr. Marku Šibili in somentorju dr. Primožu Poriju za pomoč pri nastajanju mojega diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi rokometašem rokometnega kluba Prevent iz Slovenj Gradca za sodelovanje pri raziskovalnem delu diplomske naloge.

Prav tako se zahvaljujem vsem profesorjem Fakultete za šport za njihova predavanja.

In nenazadnje bi se rad zahvalil še staršema, ki sta mi nudila podporo in trdno stala ob meni s svojimi življenjskimi izkušnjami in imela posluh za moje interese.

Pričujoče diplomsko delo je sad vseh vaših izkušenj, znanja in truda, ki ste ga nesebično delili z menoj. Hvala.

ANALIZA NEKATERIH FIZIOLOŠKIH SPREMENLJIVK PRI DVEH TIPIH ROKOMETNEGA TRENINGA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA ŠPORT, Ljubljana, Slovenija

Strani 91, slik 17, preglednic 6, grafov 43

Izveček

Namen diplomske naloge je bil dognati, kateri energijski mehanizmi so prevladujoči v situacijskih rokometnih treningih dveh različnih tipov in kakšen napor doživljajo igralci pod tovrstnimi obremenitvami. Rokometne vaje, ki sestavljajo oba treninga, smo razdelili na vaje intervalnega in kontinuiranega značaja. Skozi meritve na treningu in meritve v fiziološkem laboratoriju smo spremljali frekvenco srca, vrednosti laktata v krvi in porabo kisika.

Ugotovili smo, da pri izbranih situacijskih rokometnih vajah prevladuje aerobno-anaerobni napor. Vaje intervalnega značaja so v povprečju rokometnašem predstavljale večji napor kot vaje kontinuiranega značaja. Pri vajah intervalnega značaja smo ugotovili, da je povprečna absolutna frekvenca srca znašala 136 ud/min, povprečna vrednost laktata v krvi je znašala 2,65 mmol/l, delež relativne porabe kisika 64,7 % maksimalne porabe kisika, največji delež relativne frekvence srca ($FS \% = 100 \times (FS - FS_{mir}) / (FS_{maks} - FS_{mir})$) je pod 50 % in med 70 in 90 % največjega napora. Igralci so 27 % časa prebili v območju med 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom. Pri vajah kontinuiranega značaja smo ugotovili, da je povprečna absolutna frekvenca srca znašala 130 ud/min, povprečna vrednost laktata v krvi je znašala 1,8 mmol/l krvi, delež relativne porabe kisika je znašala 55,25 % maksimalne porabe kisika, največji delež relativne frekvence srca je zavzemal napor med 50 in 70 % največjega napora.

Ključne besede: roket, intervalna obremenitev, napor, laktat v krvi, poraba kisika, frekvenca srca

THE ANALYSIS OF SEVERAL PHYSIOLOGICAL VARIABLES IN TWO TYPES OF HANDBALL TRAINING

UNIVERSITY OF LJUBLJANA, FACULTY OF SPORT, Ljubljana, Slovenia

Pages 91, pictures 17, tables 6, graphs 43

Abstract

The purpose of diploma paper was to establish which energetic mechanisms are prevailing in two different types of situational handball trainings and what kind of strain the players experience under those charges. We divided handball exercises that constitute both trainings in exercises of interval and continual nature. Through measurements on the field and measurements in physiological laboratory we monitored heart frequency, values of blood lactate and oxygen consumption.

We came to a conclusion, that in chosen situational handball exercises the prevailing strain is aerobic – anaerobic. In average, the exercises of interval nature represented bigger strain on handball players. It was established, that in exercises of interval nature the average absolute heart frequency was 136 beats per minute, the average value of blood lactate was 2,65 mmol/l, the share in relative oxygen consumption was 64,7 % of maximal oxygen consumption, the biggest share in relative heart frequency ($FS \% = (FS - FS_{rest}) / (FS_{max} - FS_{rest})$) is under 50 % and between 70 and 90 % of maximal strain. The players spent 27 % of the time in areas between 5 % under and 5 % above anaerobic threshold. In exercises of continual nature we established, that the average absolute heart frequency was 130 beats per minute, the average value of blood lactate was 1,8 mmol/l, the share in relative oxygen consumption was 55,25 % of maximal oxygen consumption, the biggest share in relative heart frequency takes up strain between 50 and 70 % of maximal strain.

Keywords: team handball, interval loading, effort, blood lactate, oxygen consumption, heart rate

KAZALO VSEBINE

1.UVOD	4
1.1 ZNAČILNOSTI ROKOMETNE IGRE	6
2. PREDMET IN PROBLEM.....	7
2.1 OBREMENITVE V ROKOMETU.....	7
2.2 OBREMENITVE IGRALCEV MED ROKOMETNO TEKMO	9
2.3 NAPOR IGRALCEV MED ROKOMETNO TEKMO	14
2.4 IZVORI ENERGIJE.....	16
2.4.1 Anaerobni metabolizem	18
2.4.1.1 Anaerobni alaktatni metabolizem.....	18
2.4.1.2 Anaerobni laktatni matabolizem	20
2.4.2 Aerobni metabolizem	21
2.5 TIPI MIŠIČNIH VLAKEN.....	23
2.6 UČINKI AEROBNE VADBE	24
2.6.1 Spremembe v mišici pod vplivom aerobne vadbe	24
2.6.2 Učinki aerobne vadbe na energijske vire	25
2.6.4 Učinki aerobne vadbe na srčno-žilni sistem.....	26
2.6.5 Učinki aerobne vadbe na dihalni sistem.....	29
2.6.6 Učinki aerobne vadbe na laktatni prag, porabo kisika	30
2.7 UČINKI ANAEROBNE VADBE	31
2.7.1 Spremembe v mišici pod vplivom anaerobne vadbe.....	31
2.7.2 Učinki anaerobne vadbe na energijske vire.....	32
2.7.3 Drugi učinki anaerobne vadbe.....	32
2.8 VADBA ZA RAZVOJ AEROBNIH SPOSOBNOSTI	33
2.8.1 Sredstva za razvoj aerobnih sposobnosti.....	33
2.8.2 Način vadbe za razvoj aerobnih sposobnosti	34
2.8.3 Metode za razvoj aerobnih sposobnosti	37
2.9 VADBA ZA RAZVOJ ANAEROBNIH ALAKTATNIH SPOSOBNOSTI.....	40
2.9.1 Sredstva za razvoj anaerobnih alaktatnih sposobnosti	40
2.9.2 Način vadbe za razvoj anaerobnih alaktatnih sposobnosti.....	41
2.10 VADBA ZA RAZVOJ ANAEROBNIH LAKTATNIH SPOSOBNOSTI.....	42
2.10.1 Sredstva za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti.....	42

2.10.2 Način vadbe za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti.....	43
2.10.3 Metode za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti	43
3. CILJI.....	45
4. METODE DELA	45
4.1 VZOREC MERJENCEV	45
4.2 VZOREC SPREMENLJIVK	46
4.3 ORGANIZACIJA MERITEV	47
4.3.1 Opis testov in merilnih postopkov	47
4.3.2 Opis vaj	48
4.4 METODE OBDELAVE PODATKOV.....	56
5.REZULTATI.....	57
5.1 VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH V LABORATORIJU	58
5.2 ANALIZA ABSOLUTNIH IN RELATIVNIH VREDNOSTI FREKVENCE SRCA IN VREDNOSTI LAKTATA PRI TIPU TRENINGA Z VAJAMI KONTINUIRANEGA ZNAČAJA.....	60
5.2.1 Analiza vaje 1	60
5.2.2 Analiza vaje 2.....	62
5.2.3 Analiza vaje 3.....	64
5.2.4 Analiza vaje 4.....	65
5.3 ANALIZA ABSOLUTNIH IN RELATIVNIH VREDNOSTI FREKVENCE SRCA, VREDNOSTI LAKTATA, PRI TIPU TRENINGA Z VAJAMI INTERVALNEGA ZNAČAJA.....	66
5.3.1 Analiza vaje 5.....	66
5.3.2 Analiza vaje 6.....	68
5.3.3 Analiza vaje 7.....	69
5.3.4 Analiza vaje 8.....	70
5.3.5 Analiza vaje 9.....	71
5.3.6 Analiza vaje 10.....	72
5.4 PRIMERJAVA VSEH OBRAVNAVANIH SPREMENLJIVK MED OBEMA TRENINGOMA	73
5.5 ANALIZA PORABE KISIKA, VREDNOSTI LAKTATA, RELATIVNE VREDNOSTI FREKVENCE SRCA PRI POSAMEZNI VAJI NA PRIMERU ENEGA IGRALCA	75
6. RAZPRAVA.....	77

7. ZAKLJUČEK.....	82
8. VIRI	84

1.UVOD

Človek je že po svoji naravi pa tudi v svoji športni dejavnosti na presečišču naravoslovnih in družboslovnih, v zadnjem času pa tudi tehniških znanosti. Če izhajamo iz narave človeka, ga je mogoče pojasnjevati kot dinamičen, odprt in skrajno kompliciran kibernetiski sistem. In če ima človek lastnosti sistema, potem je upravičeno in logično, da imamo v njegovem proučevanju in pojasnjevanju njegovega delovanja sistemski pristop.

Dinamičnost, spremenljivost človeka je več kot očitna, saj se njegove fizične in psihične značilnosti kontinuirano spreminjajo v toku razvoja, nanje pa je mogoče tudi načrtno vplivati. Odprtost je nujna zaradi njegove fizične eksistence in vključevanja v okolje. Odprtost temelji na izmenjavi materije, energije in informacij z okoljem (Strojnik, Šturm, 1993).

Športna dejavnost človeka in družbe ima lahko različne smotre. Lahko je smoter podpiranje normalnega toka razvoja mladega organizma, izboljševanje njegovih funkcij, utrjevanje zdravja, pridobivanje športnih motoričnih veščin, pridobivanje pravilnega odnosa do športa, pripravljajanje na življenje – temu je namenjena športna vzgoja v šoli in to so njeni smotri. V drugem primeru je smoter športa lahko razvedrilo, sprostitvev, bogatenje prostega časa, ohranjanje in stopnjevanje zdravja in sposobnosti za delo – takšno dejavnost označujemo kot športna rekreacija.

V tretjem primeru je smoter lahko človekova ustvarjalnost v športu, njegovo samopotrjevanje, uveljavljanje in izražanje z motoričnimi sredstvi, ki se odražajo v športnih dosežkih. V tem primeru gre predvsem za tekmovalnost, za »šport za dosežek« (ki je lahko tudi vrhunski).

Športna dejavnost je torej eden od primerov, v katerem se uveljavlja upravljanje s procesom transformacije sistemov. Težnja k temu, da je ta proces izvajan po načelih upravljanja, je upravičena ne le v ekonomičnosti optimalnih rešitev, temveč tudi v tem,

da je ta proces za posameznika in družbo tako pomemben, da njegovih učinkov ni dopustno, niti etično sprejemljivo prepuščati naključju.

Torej, da lahko o nekem pojavu, v stvari organizmu, procesu govorimo kot o sistemu, mora le-ta izpolnjevati vsaj dva pogoja: a) imeti mora svoje sestavne dele in b) ti morajo biti povezani med seboj. Sestavine sistema so lahko zelo različne. Športna vadba je na primer sistem zato, ker je sestavljena iz množice sestavin in povezav med njimi (Ušaj, 1996).

Namen naloge je spoznati, kateri energijski mehanizmi se vključujejo v energetske obnove organizma pri nekaterih situacijskih rokometnih vajah. S tem bomo trenerjem približali problematiko kondicijske priprave v rokometu. Odgovornost vsakega trenerja, ki načrtuje in vodi vadbo svojih varovancev s ciljem doseganja kar najboljših tekmovalnih rezultatov, je, da upošteva sodobna spoznanja znanosti o športu.

Optimalizacija procesa športne vadbe je ključni problem, s katerim se ukvarja športna znanost v povezavi z drugimi znanstvenimi področji in trenerji v praksi.

Poti, ki vodijo do določenega cilja, je veliko, optimalna pa je vedno le ena (Ušeničnik, 1994).

1.1 ZNAČILNOSTI ROKOMETNE IGRE

Rokometna igra spada med mlajše športne panoge, saj se je prvič pojavila ob koncu 19. stoletja, čeprav začetki iger, katerih smisel je metanje oziroma zadevanje cilja z roko in žogo, segajo daleč v preteklost. V 19. stoletju so doživele igre, ki jih štejemo za nekakšne predhodnice rokometna, velik razvoj. Leta 1898 se je na Danskem pojavila igra z imenom handbold, ki jo štejemo za neposredno predhodnico rokometna. Igrali sta dve moštvi s po 11 igralci na igrišču, velikem 30 x 40 m, z označenim kazenskim prostorom, v katerega igralci niso smeli vstopiti. V letih 1906 in 1926 so bila napisana in objavljena tudi pravila igre.

Rokomet vsebuje kompleksen sistem gibanj, ki so lahko cikličnega in acikličnega tipa. Uvrščamo ga med polistrukturne kompleksne športe. Je dinamična športna igra s pogostimi telesnimi kontakti igralcev nasprotnih moštev. Smisel igre je zadevanje določenega cilja (rokometnih vrat) z vrženim projektilom (rokometna žoga). Temeljni namen je s tehnično-taktičnimi, individualnimi, skupinskimi in kolektivnimi aktivnostmi zadeti cilj vsaj enkrat več od nasprotnika.

V rokometni igri se nasprotni ekipi menjavata v vlogah napadalcev in branilcev, odvisno od posesti žoge. Ustvariti priložnost za strel in preprečiti dosego zadetka, sta osnovna cilja igralcev, ko so v vlogah napadalcev in branilcev. Napadalci igrajo v dveh podfazah igre: protinapadu in napadu na postavljeno obrambno formacijo. Igra branilcev pa je sestavljena iz vračanja v obrambo in igro v postavljeni obrambni formaciji.

Analize igre kažejo, da so igralci rokometna med igro neprestano v gibanju, ki je lahko tek s spremembami smeri ali brez sprememb, tek s spremembami hitrosti od počasnega teka do silovitega sprinta, visok skok, različni doskok, čvrsti dvoboj v neposrednem telesnem stiku z nasprotnikom. Glavne napadalne aktivnosti so vodenja, padanja, lovljenja in metanja žoge iz različnih položajev ter blokade, varanja in preigravanja. Zaradi vseh teh aktivnosti uvrščamo rokomet med kompleksne športe, ki zahtevajo ustrezen razvoj vseh gibalnih sposobnosti človeka.

2. PREDMET IN PROBLEM

2.1 OBREMENITVE V ROKOMETU

Podatki o obremenitvah v rokometu predstavljajo osnovo za ugotavljanje ravni napora in za lažjo razlago deležev energijskih mehanizmov, ki se vključujejo v oskrbo igralčevega organizma med rokometno tekmo. Tako se povečuje znanje o optimalni kondicijski pripravi športnika za tekmovanja.

Preučevanje strukture obremenitev v športnih igrah pa je zaradi kompleksnosti le-teh dokaj zapleteno. V rokometu sta intenzivnost in obseg obremenitev zelo raznolika. Vzporedno s cikličnimi obremenitvami, med katere sodijo različni načini hoje in teka, se med tekmo pojavljajo tudi aciklične aktivnosti, kot so na primer podaje, streli in padci. Med rokometno tekmo prihaja torej do intervalnih obremenitev, ki so posledice sprememb v dinamiki in vrsti obremenitev (Pori, 2003).

Težave z analiziranjem obremenitev so se v preteklosti pojavile tudi zaradi neustrezne in težko dostopne tehnologije za merjenje obremenitev med tekmovanji. Pomemben razlog je tudi dejstvo, da je v procesu uradnih tekmovanj težko ali celo nemogoče vplivati na pogoje raziskave. Zato so raziskovalci v preteklosti v glavnem uporabljali metodo statističnega beleženja pojavljanja posameznih aktivnosti med tekmo, metodo subjektivne ocene obremenitev ali pa so različne zmogljivosti posameznih rokometišev preverjali v laboratorijskih razmerah, največkrat s testi, ki ponazarjajo obremenitev v tako imenovanih cikličnih športih. Temeljna pomanjkljivost tovrstnega raziskovanja je, da je skoraj nemogoče natančno oceniti oziroma interpretirati rezultate, dobljene na podlagi laboratorijskih meritev z dogajanja med rokometno tekmo, za katero so značilna izredno kompleksna gibanja, ter odnose v igri (Pori, 2003).

Prizadevanja trenerjev v modernem procesu treninga v športnih igrah gredo v smeri pridobivanja natančnih podatkov s pomočjo meritev na tekmovanjih. Omenjeni podatki se vse bolj pridobivajo s pomočjo vrhunske tehnologije, ki se iz dneva v dan posodablja

in je praviloma plod vzajemnega sodelovanja vrhunskih trenerjev in ekspertov ter znanstvenikov športnih in drugih znanosti (Bon, 2001).

Pri nas je trenutno najsodobnejši sistem za merjenje in analizo obsega ter intenzivnosti cikličnih gibanj med tekmo ali treningom merilna tehnologija, ki temelji na metodah računalniškega vida in je bila prvič uporabljena v raziskavi Bonove (Bon, 2001). Sistem, ki so ga poimenovali »sistem za analizo gibanja igralcev med tekmo – SAGIT«, omogoča nemoteče samostojno sledenje posameznega igralca ali vsega moštva med uradno ali prijateljsko rokometno tekmo ali med treningom.

Podatki o obremenitvah predstavljajo osnovo za ugotavljanje ravni napora. Z vidika optimalnega treninga in priprave športnika na tekmovanje je zelo pomemben celovit pristop k analizi obremenitev in napora.

V nekaterih moštvenih športih (košarka, rokomet, nogomet, rugby, hokej) je mogoče najti nekaj navedb, kjer je bila obremenitev prek različnih kazalcev napora obravnavana v povezavi z energijskimi zahtevami ali naporom. Uporabljene metode za opis nekaterih fizioloških zahtev omenjenih športov vključujejo analizo obremenitev med tekmovanji, poskuse določanja sposobnosti preko merjenja frekvence srca ter preko merjenja laktata in drugih kazalcev napora (ph v krvi, koncentracija glukoze, ...) (Pori, 2003).

2.2 OBREMENITVE IGRALCEV MED ROKOMETNO TEKMO

Obremenitev med tekmo ali treningom je s fizikalnimi enotami in številčnimi ocenami izraženo delovanje igralca na igrišču. Najpogosteje je izražena v fizikalnih enotah, saj je tudi izmerjena in izračunana s pomočjo fizikalnih meritev (Ušaj, 1996).

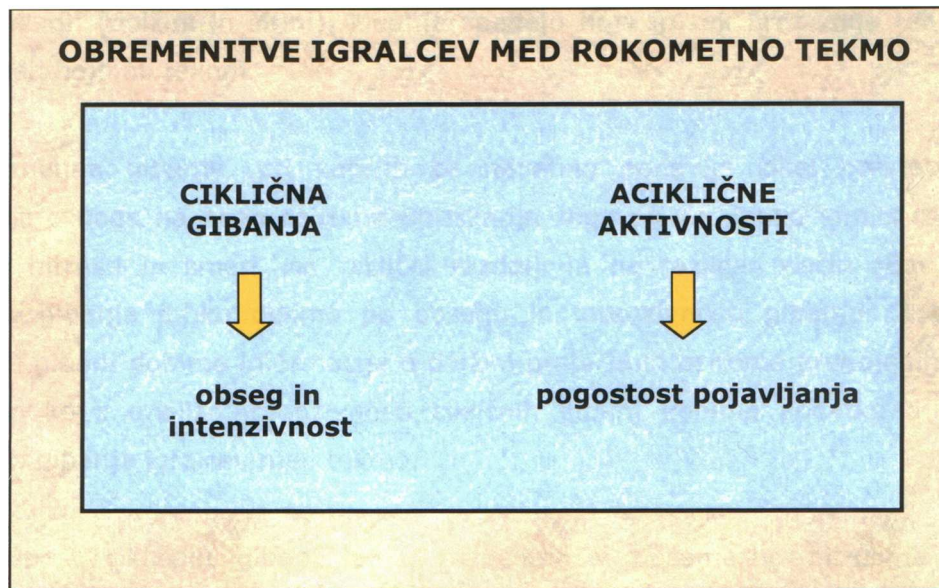
Količina ali obseg gibanja

- Pri cikličnih gibanjih jo merimo z dolžino pretečenih razdalj (metri – m);
- Pri acikličnih aktivnostih s številom izvedb določenih gibanj (frekvenca – f).

Intenzivnost gibanja

- Pri cikličnih gibanjih jo merimo s hitrostjo gibanja (metri na sekundo – m/s);
- Pri acikličnih aktivnostih s številom ponovitev ter gibanj v časovni enoti (frekvenca – f).

Večina športnih iger predstavlja bolj ali manj obremenitev s prekinitvami (intervalna obremenitev). Izmenjavajo se krajša in daljša obdobja različno visoke obremenitve in relativnega počitka (Bon, 2001). Če izhajamo iz strukture rokometne igre, prištevamo med obremenitve strukturne situacije, ki se pojavljajo pri sodelovanju s soigralci v fazi napada in obrambe ter konfliktu z nasprotnikom. Z vidika pretečenih ali prehojenih razdalj v določeni hitrosti jih sestavljajo ciklična gibanja. Vzporedno s cikličnimi gibanji se med rokometno igro pojavljajo še številne aciklične aktivnosti. Struktura obremenitev med rokometno tekmo je prikazana na sliki 1 (Pori, 2003).



Slika 1: Struktura obremenitev med rokometno tekmo (Pori, 2003)

Aciklične aktivnosti se lahko pojavljajo pred, med in po cikličnem gibanju. So enkratne in kratkotrajne, z različno gibalno strukturo. V raziskovanju strukture igre v rokometu in športni praksi jih kot sestavljene strukture navadno vključujejo vse tehnično-taktične aktivnosti. Tako ciklična kot aciklična gibanja igralca med tekmo imajo praviloma visoko povezavo s taktičnim delovanjem igralca in moštva (Bon, 2001).

Igralec na tekmi želi z izvajanjem acikličnih gibanj pridobiti (prostorsko, časovno) prednost pred nasprotnikom. Aciklična gibanja so lahko tudi posledica tesnih telesnih stikov med igralci (zaustavljanje in izrivanje s telesom in rokami v obrambi).

Aciklične aktivnosti med rokometno tekmo so prisotne v vseh fazah igre z žogo in brez nje. Najpogostejše aciklične aktivnosti igralcev med rokometno tekmo so naslednje: lovljenja, podaje, meti, zaustavljanja, spremembe smeri gibanja, obrati, skoki, padci, vstajanja, varanja.

Vsa temeljna gibanja, pri katerih se nenehno ponavlja cikel prestopanja ali skakanja z noge na nogo oziroma potiskanja žoge ob tla, lahko igralci izvedejo v različni hitrosti in

smeri, na različni razdalji in na različen način (Bon, 2001). Ciklična gibanja lahko delimo po obsegu in intenzivnosti gibanja. Z obsegom cikličnih gibanj dobimo informacije o dolžini pretečenih oziroma prehojenih razdalj, medtem ko z analizo intenzivnosti cikličnih gibanj dobimo podatke o različnih hitrostih gibanja igralcev med tekmo.

Ciklična gibanja so temeljna, saj omogočajo igralcu premikanje po igrišču v dveh razsežnostih (dolžini in širini). Mednje spadajo hoja in tek brez žoge ter vodenje žoge med hojo ali tekom.

Intenzivnost cikličnih gibanj lahko razdelimo v posamezne hitrostne razrede (preglednica 1).

Hitrostni razredi	Opis
1	hoja – hitost do 1,4 m/s
2	počasen tek – hitrost od 1,4 do 3,4 m/s
3	hiter tek – hitrost od 3,4 do 5,2 m/s
4	sprint – hitrost nad 5,2 m/s

Preglednica 1: Hitrostni razredi (Bon, 2001)

Pri pregledu raziskav, katerih cilj je bil izmeriti obremenitev med rokometno tekmo, prihaja do velikih razhajanj. Avtorji (Cardinale, 2000; Bon, 2001; Pori, 2001b) prihajajo do zaključka, da med rokometno tekmo igralci pretečejo oziroma prehodijo od 2000 do 6000 m. Pori (2003) ugotavlja, da do takšnih razhajanj prihaja predvsem zaradi različnih tehnologij in metod merjenj, razvoja rokometne igre in zastarelости nekaterih raziskav.

Najnovejši podatki o obremenitvi med rokometno tekmo, izmerjeni s sodobno tehnologijo, izhajajo iz raziskave Marte Bon (2001). Avtorica je po analizi obsega in intenzivnosti cikličnih gibanj ugotovila, da so igralci na analizirani tekmi pretekli in prehodili razdaljo 4790 m. 7 % igralnega časa so sprintali, 25 % hitro tekli, 31 % tekli počasi in kar 37 % igralnega časa so hodili ali stali na mestu. Vzorec merjencev je

sestavljalo šest igralcev (od 20 do 28 let) prvoligaške moške ekipe, ki so odigrali modelno tekmo.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi v raziskavi Poriya (2001b), v kateri so na štiridesetminutnih (2 × 20 minut) modelnih tekmah analizirali ciklične obremenitve pri igralcih, ki igrajo na različnih igralnih mestih v napadu. Povprečne vrednosti pretečenih in prehojenih razdalj na tekmi se v posameznih kategorijah gibljejo med 3058 m (kadeti), 3297 m (mladinci) in 3502 m (člani). V vseh treh kategorijah je bila povprečna opravljena razdalja v prvem polčasu (1615 m kadeti, 1703 m mladinci in 1782 m člani) višja kot v drugem polčasu (1443 m kadeti, 1593 m mladinci in 1720 m člani).

Ker je hitrost glavno merilo intenzivnosti obremenitev, ki jo v rokometni igri spremljamo v različnih pojavnih oblikah, so v Porijevi raziskavi (2001b) avtorji ovrednotili prehojene oziroma pretečene razdalje na tekmi tudi glede na intenzivnost obremenitve. Intenzivnost cikličnih obremenitev so opisali s štirimi hitrostnimi razredi, katerih hitrost gibanja igralcev se je gibala med 1,4 in 5,2 m/s, ter s povprečno hitrostjo gibanja igralcev v prvem in drugem polčasu ter na vsej tekmi (Pori, 2003).

Po opravljeni analizi intenzivnosti obremenitev med posameznimi kategorijami ugotavljajo, da so se razlike pojavile v nizko intenzivnih obremenitvah (hitrost do 1,4 m/s), katerih deleži so višji v kadetski kategoriji, in v obremenitvah, ki mejijo na visoko intenzivne (hitrosti med 3,2 in 5,2 m/s) in so bolj značilne za člane (Pori, 2003).

V raziskavi (Šibila, Pori, Lasan in Bon, 1999), kjer so bile faze rokometne igre razdeljene na faze z visoko, srednjo in nizko intenzivnostjo na osnovi ekspertnega znanja, je bilo ugotovljeno, da visoko intenzivni fazi napada (faza zaleta, faza protinapada) v povprečju ne trajata dlje od desetih sekund. Vendar pa ti dve fazi po analizah zavzemata skoraj 35 % igralnega časa. Srednje intenzivni fazi, faza menjave in faza prehoda, trajata komaj 12 %. Nizko intenzivne faze (faza pred in po začetnem metu, faza zaletnega odmora, faza razporeditve in prekinitve igre) pa zajemajo kar 53 % celotnega igralnega časa. Znotraj posameznih vrst napada so lahko hkrati zastopane faze z nizko, srednjo in

visoko intenzivnostjo. Nobeden od analiziranih napadov ni trajal dlje od ene minute. Kar v štirih vrstah napada je bila poleg visoke in srednje prisotna tudi nizka intenzivnost obremenitve, v fazi pred in po začetnem metu ter v fazi zaletnega odmora (hoja pred in po začetnem metu ...). Visoko intenzivna faza zaleta z 28,25 % je najbolj zastopana faza napada, v kateri prihaja še posebej do izraza igra na posameznih igralnih mestih. Rezultati analize so pokazali, da so krilni igralci v tej fazi napada izpostavljeni nižjim obremenitvam kot krožni napadalci ali zunanji igralci. Razmerje med obremenitvami in odmori znaša pri krilnih in krožnih napadalcih 1 : 3. Pri zunanjih igralcih pa je razmerje med obremenitvijo in odmorom 1 : 1 (Pori, 1998; Šibila, Pori, Lasan in Bon, 1999).

Konzak in Schacke (1988) sta skozi videoanalizo ugotovila, da rokometaš na tekmi 190-krat spremeni ritem gibanja, 279-krat spremeni smer gibanja, izvede 16 skokov. Tako izvede 485 visoko intenzivnih gibanj v 60 minutah. V povprečju 8 na minuto (Cardinale, 2002).

2.3 NAPOR IGRALCEV MED ROKOMETNO TEKMO

Enako obremenitev različni športniki premagujejo z različnim naporom. To kažejo njihovo počutje in tudi nekatere funkcije njihovega organizma. Tako imajo na primer bolj vzdržljivi nižjo frekvenco srca pri enaki hitrosti gibanja, manjšo vsebnost laktata v krvi, manjši minutni pljučni volumen izdihanega zraka itd. Torej je napor odziv organizma na dano obremenitev (Ušaj, 1996).

Različno intenziven napor je mogoče zaznati na različne načine, odvisno od tega, katere izmed fizioloških, biokemičnih ali psiholoških kazalcev izberemo za mero napora (Ušaj, 1995).

V športnih igrah sta izmed fizioloških kazalcev napora najpogosteje uporabljena merjenje frekvence srca (FS) in vrednosti laktata v krvi. Dobri lastnosti spremljanja frekvence srca sta relativna enostavnost in natančnost merjenja, predvsem pa je možno spremljati odziv merjenca na napor med tekmovanjem. Samo z merjenjem frekvence srca je mogoče spremljati in posledično ugotavljati le omejen obseg dejavnikov, ki kažejo na velikost obremenitev, in tako le sklepati na velikost napora ter raven pripravljenosti športnikov (Bon, 2001). Zato se največkrat merjenje frekvence srca pojavlja v kombinaciji z merjenjem vsebnosti laktata v krvi.

Obremenitev in napor, ki so jima športniki izpostavljeni med tekmovanji, sta v tesni povezavi. Največji vpliv na napor igralcev na tekmi ima intenzivnost gibanja (Dežman, 1999).

Obremenitev: intenzivnost obremenitve	Napor: raven napora	Frekvenca srca: ud/min	Vsebnost laktata: mmol/l
hoja < 4 m/s	nizki in zmerni napori	≤ 130	≤ 2
počasen tek 1,4 – 3,4 m/s	srednji napori	130–160	2–4
hiter tek 3,4–5,2 m/s	visoki napori	160–180	4–6
sprint < 5,2	največji napori	≥ 180	≥ 6

Preglednica 2: Povezanost med intenzivnostjo obremenitve in ravnjo napora (prirejeno po: Dežman, 1999; Bon, 2001)

Za grobo oceno napora je mogoče tudi uporabiti kar absolutne vrednosti FS, če primerjamo športnike med seboj, za katere predvidevamo ali pa vemo, da imajo podobne frekvence v mirovanju in največje frekvence srca (preglednica 1) (Ušaj, 1996). Kadar so individualne razlike prevelike, ta ocena napora ni najbolj zanesljiva. Takrat moramo poznati FS v mirovanju (FS_{mir}) in največjo FS pri naporu (FS_{max}), potem lahko izračunamo relativno frekvenco srca pri naporu za določenega preiskovalca ali vadečega po enačbi (Ušaj, 1996):

$$FS (\%) = \frac{(100 \times FS_{\text{mir}} - FS)}{(FS_{\text{max}} - FS_{\text{mir}})}$$

Znano je, da imajo bolj trenirani (vzdržljivi) športniki pri isti obremenitvi nižjo frekvenco srca od netreniranih (manj vzdržljivih).

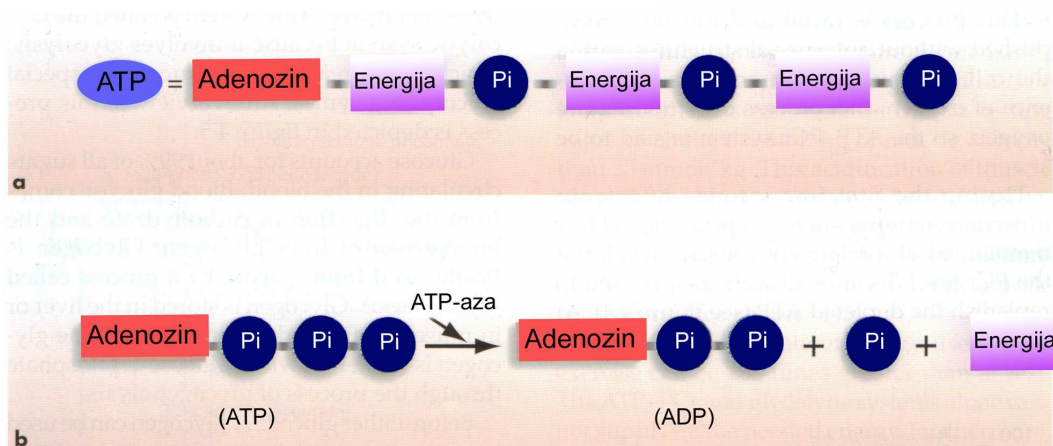
Raven napora	Kriterij (FS)
nizek napori	pod 50 %
zmeren napori	50 %–70 %
velik napori	70 %–90 %
največji napori	nad 90 %

Preglednica 3: Raven napora glede na odstotek frekvence srca (povzeto po: Bon, 2001)

2.4 IZVORI ENERGIJE

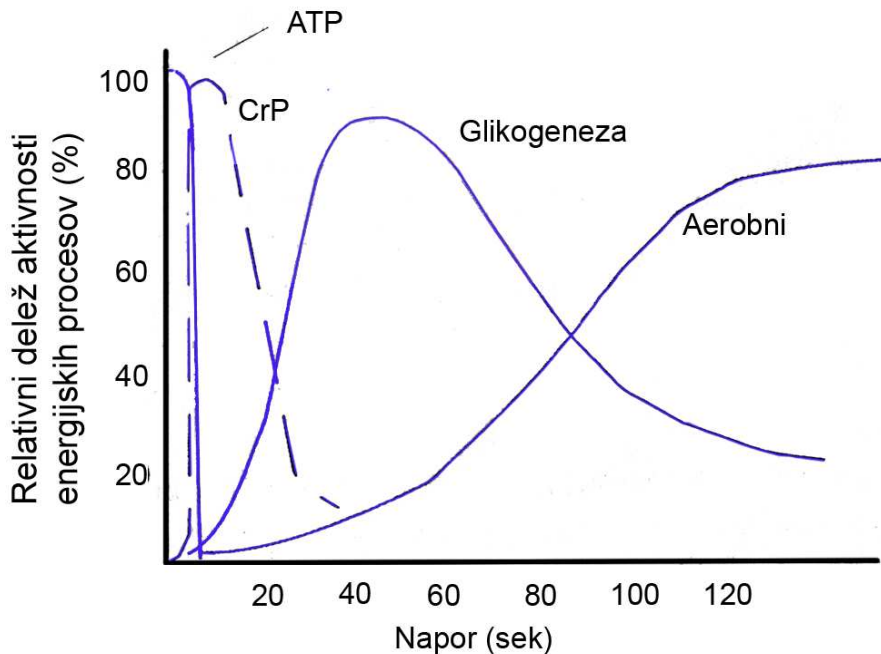
Naprezanja, ki se manifestirajo skozi krajše, intenzivnejše ali daljše, manj intenzivne obremenitve, predstavljajo za organizem velike energijske zahteve. Te so pri največjih obremenitvah tudi 80-krat višje kot v mirovanju (Škof, 1986).

Energijo, ki je potrebna za normalno funkcijo sistemov pri premagovanju obremenitev, predstavlja cepljenje visokoenergetske fosfatne spojine adenozin trifosfat (ATP). Ker je zaloga ATP-ja kot edine uporabne energije v mišici zelo majhna (le za nekaj kontrakcij), se mora za kontinuirano aktivnost hitro obnovljati. Obnova ATP poteka s presnovo različnih goriv po treh metaboličnih poteh, od katerih sta dve anaerobni, tretja pa je aerobna.



Slika 2: a) Struktura molekule ATP kaže visoko energijsko vrednost fosfatne vezi.

(b) Razgradnja ATP v ADP in anorganski fosfat (Pi) z energijo, ki se je pri tem sprostila (Wilmore, Costill, 2004).



Grafikon 1: Časovni potek energijskih procesov pri naporu. Medtem ko so anaerobni alaktatni energijski procesi značilni po največji moči in najmanjši kapaciteti, pa aerobni energijski procesi delujejo z manjšo močjo in zelo veliko kapaciteto (Ušaj, 1996).

Pri razgradnji ATP sproščeno energijo porablja celica:

- za aktivni transport, ki je predvsem prenos natrijevih ionov iz celice in kalijevih v celico in kalcijevih ionov iz celice;
- za sintezo predvsem beljakovin: strukturnih beljakovin – citoskelet, membranskih beljakovin ter encimov, hormonov, protiteles;
- kot aktivacijsko energijo: preden se začne energijski kemični proces razgradnje, je potrebno začetno substanco dvigniti na višjo energijsko raven;
- za mišično krčenje.

2.4.1 Anaerobni metabolizem

Aerobni energijski sistem zagotavlja vso potrebno energijo pri aktivnostih nižje intenzitete. Z zvišanjem intenzivnosti obremenitve postanejo energijske zahteve večje, kot jih zmore aerobni energijski sistem. Nastali energijski deficit pokriva sistem, ki je sposoben ustvarjati energijo brez prisotnosti kisika. Anaerobni metabolizem je v primerjavi z aerobnom veliko manj racionalen (izkoristek le od 20 do 30 %), toda ustvari lahko veliko več energije v časovni enoti.

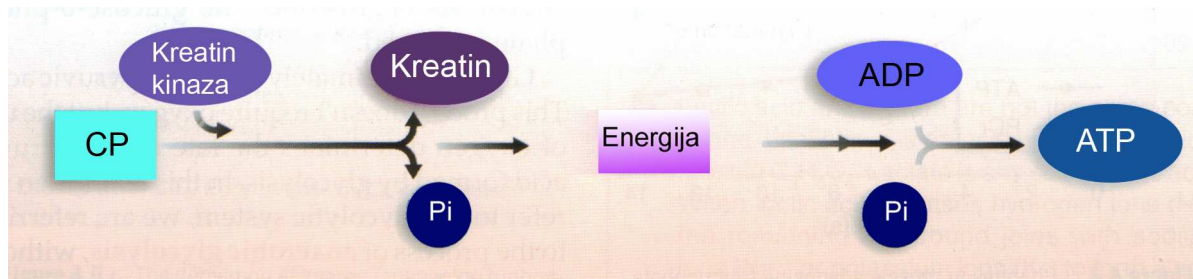
Skeletni mišici sta na voljo dva različna anaerobna energijska procesa:

1. Anaerobni alaktatni energijski sistem
2. Anaerobni laktatni energijski sistem

2.4.1.1 Anaerobni alaktatni metabolizem

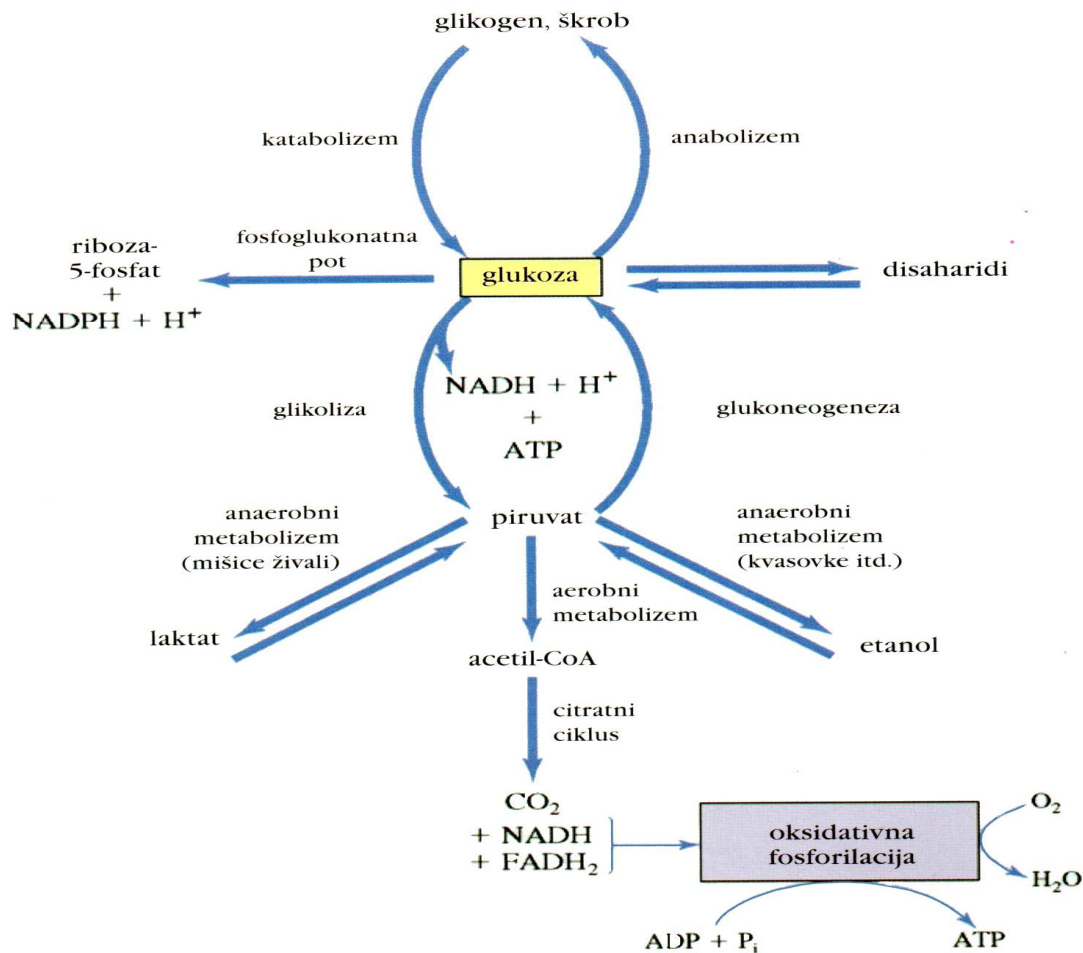
Ta energijski sistem predstavlja uskladiščena energija, ki je mišicam takoj na voljo. Najpomembnejši je za visoko intenzivne obremenitve (sprint, štartni pospešek, met, skok, ...).

Prvi izvor energije za mišično kontrakcijo predstavlja cepljenje (hidroliza) ATP, ki je uskladiščen v sami mišici. Količina te energije je zelo majhna in se v eni do dveh sekundah iztroši do najnižje dopustne mere (približno do 40 % celotne količine v mirujoči mišici). V mišici se nahaja še ena visokoenergetska spojina. Ta vir je kreatin fosfat (CP), ki ob svoji razgradnji sprošča energijo za obnovo ATP. Količina CP v mišici je približno 4-krat večja od zalog ATP in se pri maksimalnem naporu popolnoma izčrpa v 4–5 sekundah. Celotna intermuskulturna fosfagenska zaloga (zaloga ATP in CP skupaj) torej daje energijo za maksimalno intenzivne aktivnosti, ki trajajo tja do 10 sekund.



Slika 3: Razgradnja kreatin fosfata (CP) v kreatin in anorganski fosfat (Pi) s sproščeno energijo, ki se uporabi pri obnovi ATP (Wilmore, Costill, 2004).

2.4.1.2 Anaerobni laktatni matabolizem



Slika 4: Glavne metabolične poti glukoze pri rastlinah in živalih. Glukoza je uskladiščena v obliki glikogena (živali) in škroba (rastline). Prosta glukoza se lahko v glikolizi oksidira do piruvata, ki se vključi v različne procese, odvisno od razmer in vrst celic. V nekaterih celicah se glukoza pretvori v ribozo-5-fosfat. Glavna pot energijskega metabolizma je glikoliza, oksidacija glukoze do piruvata. Podobno kot glukoza je tudi piruvat pomembno metabolično križišče. Najpomembnejša aerobna metabolična pot energijskega metabolizma je oksidacija piruvata do acetil-CoA ter nadaljnja oksidacija v citratnem ciklusu in oksidativni fosforilaciji. Glukoza se lahko sintetizira iz piruvata (glukoneogeneza) in polimerizira v glikogen (živali) ali škrob (rastline) (Boyer, 2005).

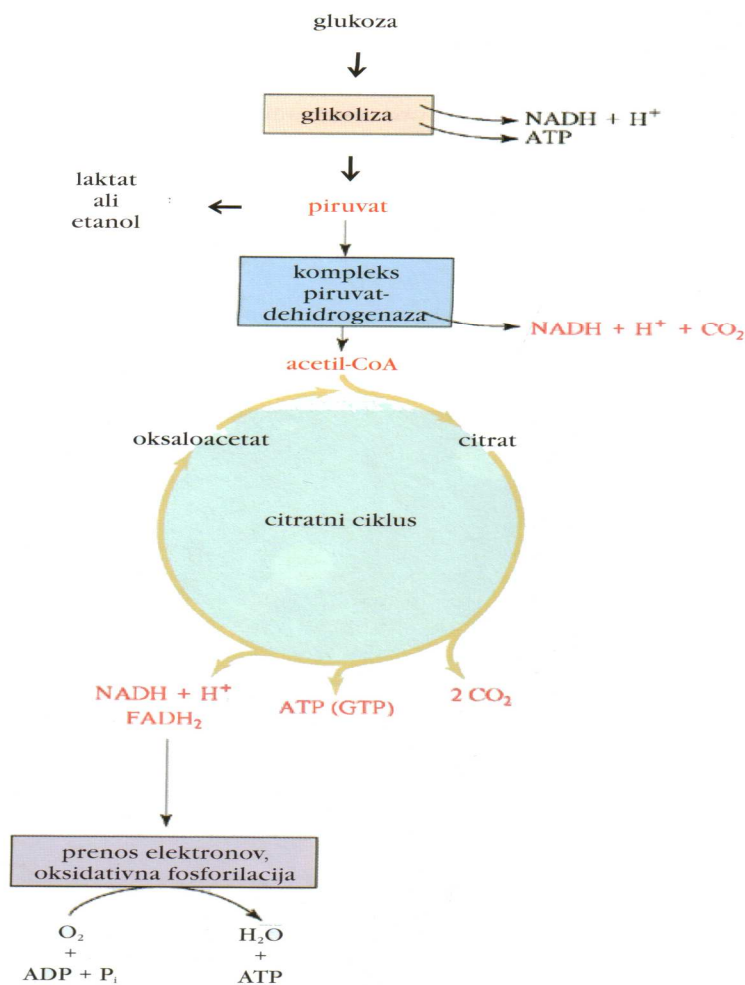
Laktatni anaerobni metabolizem pomeni razgradnjo glikogena v energijo (ATP) in mlečno kislino. Postopek se imenuje glikoliza in poteka v sarkoplazmi brez prisotnosti kisika. Ti procesi potekajo počasneje od anaerobno alaktatnih, toda v primerjavi z njimi imajo večjo zmogljivost. Omejitveni dejavnik zmogljivosti ni količina goriva, ampak pojav velike metabolične acidoze in z njo povezane utrujenosti (Ušaj, 1996). Anaerobni laktatni procesi (glikoliza) zagotavljajo energijske potrebe pri visoko intenzivnih gibanjih, ki trajajo med 60 in 90 sekundami.

2.4.2 Aerobni metabolizem

V začetni fazi poteka po dveh različnih poteh, odvisno od goriva, ki se uporablja v energijskih procesih. V drugi fazi poteka v biokemijskih reakcijah Krebsovega ciklusa, v tretji fazi pa v procesih respiratorne verige.

Če se kot gorivo uporablja glikogen v mišicah in glukoza iz krvi, ki se sprošča iz zalog v jetrih, potem poteka prvi del aerobnih procesov po poti glikogenolize (glikolize). Pot glikogenolize se začne z glikogenom v mišici, ki se neposredno pretvori v glukozo-6-fosfat in nadaljuje svojo razgradnjo. Pot glikolize se začne z glukozo, ki se aktivno transportira iz krvi v mišično vlakno. Sledi pretvorba v glukozo-6-fosfat, ki pa v tem primeru potrebuje ATP, Mg^{++} in encima heksokinazo. Končna produkta glikogenolize (glikolize) sta piruvat in H^+ ioni, vezani na nikotin-adenin-dinukleotid (NAD). Piruvat se razgradi v acetat, ki vstopa v Krebsov cikel, kjer se dalje razgrajuje. Eni od produktov Krebsovega ciklusa, H^+ ioni, vstopajo v respiratorno verigo skupaj s H^+ ioni, ki prihajajo iz glikogenolize. Tu se v procesih dehidrogenacije vežejo z molekularnim kisikom v ogljikov dvokis (CO_2) in vodo (H_2O). Ta proces poteka veliko počasneje od anaerobne laktatne poti. Hitrost biokemijskih reakcij omejuje predvsem največja hitrost transporta kisika, ki jo določamo z največjo porabo kisika (Vo_{2max}). Kapacitete aerobnih energijskih procesov so omejene z zalogami glikogena v mišicah.

Če se kot gorivo uporabljajo maščobe, potem je prva faza presnove hidroliza maščob v maščobne kisline in glicerol. Sledi presnova po poti beta oksidacije in nadaljnja razgradnja v Krebsovem ciklusu in respiratorni verigi. Končni produkt razgradnje maščob sta ogljikov dvokis (CO_2) in voda (H_2O), kot pri aerobni razgradnji glikogena in glukoze. Razgradnja maščob poteka počasneje kot razgradnja ogljikovih hidratov. Maščobe imajo največji kemijski potencial, hkrati pa so tudi njihove zaloge največje.



Slika 5: Umeščenost kompleksa piruvat-dehidrogenaza in citratnega ciklusa v katabolizmu. Kompleks piruvat-dehidrogenaza je vez ali most med drugo in tretjo stopnjo metabolizma glukoze. Piruvat, produkt glikolize, se v aerobnih razmerah pretvori v acetil-CoA, ki vstopa v citratni ciklus. Pomembni produkti citratnega ciklusa so ATP in reducirana koencima NADH in FADH_2 (Boyer, 2005).

2.5 TIPI MIŠIČNIH VLAKEN

Večina skeletnih mišic je sestavljena iz počasnih in hitrih mišičnih vlaken. Ta mišična vlakna se razlikujejo po hitrosti kontrakcije in sili, ki jo lahko proizvedejo. Hitra mišična vlakna lahko razdelimo še na hitra vzdržljiva in hitra utrudljiva.

KLASIFIKACIJA TIPOV MIŠIČNIH VLAKEN			
	KLASIFIKACIJA VLAKEN		
SISTEM 1	počasna vlakna (PV)	hitra vzdržljiva (HVa)	hitra utrudljiva (HVb)
SISTEM 2	tip 1	tip 2a	tip 2b
SISTEM 3	počasna oksidativna	hitra oksidativna glikolitična	hitra glikolitična
	KARAKTERISTIKE TIPOV VLAKEN		
OKSIDATIVNA KAPACITETA	visoka	srednje visoka	nizka
GLIKOLITIČNA KAPACITETA	nizka	visoka	najvišja
HITROST KRČENJA	nizka	visoka	visoka
MOČ MOTORIČNIH ENOT	mala	velika	velika

Preglednica 4: Klasifikacija tipov mišičnih vlaken (prirejeno po: Wilmore, Costill, 2004)

Najpomembnejše razlike med mišičnimi vlakni so:

- pri različni tipih mišičnih vlaken se ATPasa obnaša različno. ATPasa pri hitrih mišičnih vlaknih proizvaja energijo za mišično krčenje veliko hitreje kot pri počasnih mišičnih vlaknih;
- hitra mišična vlakna imajo bolj razvit sarkoplazmatski retikulum;
- motorični nevroni hitrih motoričnih enot so debelejši in povezujejo več mišičnih vlaken kot motorični nevroni počasnih mišičnih vlaken. Tako lahko hitre motorične enote razvijejo večjo silo kot počasne motorične enote;
- počasna mišična vlakna so aerobno vzdržljiva in so aktivirana pri nizko intenzivnih vzdržljivostnih aktivnostih, hitra pa pri višjih intenzivnostih.

2.6 UČINKI AEROBNE VADBE

2.6.1 Spremembe v mišici pod vplivom aerobne vadbe

Aerobna aktivnost nizke in srednje intenzivnosti je povezana z delovanjem počasnih mišičnih vlaken. Odziv na aerobni trening je povečanje počasnih mišičnih vlaken. Povečan prečni presek vlaken je odziv na intenzivnost, dolžino vadbene enote in dolžino celotnega aerobnega vadbenega programa. Zaradi nizke intenzivnosti hitra (2b) mišična vlakna niso rekrutirana in posledično ni razlik v njihovem prečnem preseku pred in po aerobnem treningu.

Dolgo trajajoča vadba lahko rekrutira tudi hitra (2a, 2b) mišična vlakna. Posledično pride do sprememb zaradi vadbe v povečani aerobni presnovi poleg počasnih (1) tudi v hitrih (2a) mišičnih vlaknih. Hitra (2b) mišična vlakna pa pri tovrstni vadbi začenjajo dobivati karakteristike hitrih (2a) mišičnih vlaken.

Eden zelo pomembnih učinkov tovrstne vadbe je povečanje števila kapilar okrog mišičnega vlakna. Pri dolgotrajni vadbi se število kapilar lahko poveča tudi za 15 % (Wilmore, Costill, 2004). Povečano število kapilar vpliva na povečano izmenjavo plinov, hranil, mišičnih produktov med krvjo in mišičnim vlaknom.

Mioglobin skrbi za prenos kisika iz celične membrane do mitohondrijev. Počasna mišična vlakna vsebujejo večje količine mioglobina, zaradi česar so obarvana rdeče. Hitra mišična vlakna vsebujejo manj mioglobina, zato so omejena s kapaciteto kisika, kar vpliva na slabo aerobno vzdržljivost teh vlaken. Aerobna vadba poveča vsebnost mišičnega mioglobina.

Glede na to, da se aerobni energetski procesi vršijo v mitohondrijih, je razumljivo, da prihaja do sprememb tudi tu. Poveča se število, velikost in učinkovitost mitohondrijev, kar se kaže v izboljšani sposobnosti aerobnega metabolizma.

Vzdržljivostna vadba nedvomno izzove velike spremembe v skeletni mišici, med katerimi je tudi povečanje števila mitohondrijev in njihove velikosti. Poveča se ne samo število in velikost mitohondrijev, temveč tudi njihova učinkovitost. Kot smo že povedali, sodeluje pri razpadu goriv veliko oksidativnih encimov, ki se nahajajo v mitohondrijih. Ti encimi so katalizatorji razpada goriv do ATP in stranskih produktov.

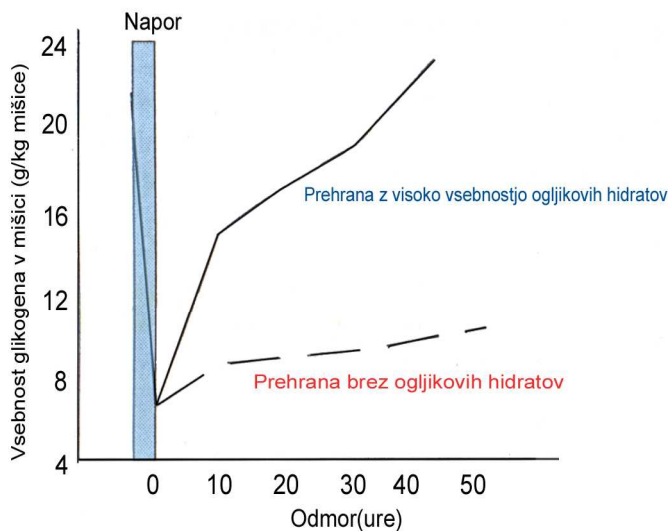
Aerobna vadba poveča aktivnost teh encimov, na primer sukcijske dehidrogenaze (SDH).

2.6.2 Učinki aerobne vadbe na energijske vire

Aerobna vadba zahteva tako mišične zaloge maščobe kot glikogena. Zato ni čudno, da se naše telo odzove na vadbo tako, da poišče najprimernejši vir energije in s tem poskuša preprečiti utrujenost.

Mišični glikogen se porablja ob vsaki vadbi, zato je mehanizem, ki zagotavlja polnjenje glikogenskih rezerv, stimuliran po vsakem treningu. Z zadostnim počitkom in hrano, ki vsebuje ogljikove hidrate, lahko te rezerve ponovno zapolnimo. Za obnovo rezerv pa je potreben določen čas (grafikon 2). Trenirana mišica ima večje glikogenske rezerve kot netrenirana.

Trenirana mišica je sposobna shraniti tudi večje zaloge maščob. Maščobe se nalagajo kot trigliceridi. Nahajajo se blizu mitohondrijev, tako da je dostop za njihovo uporabo hiter.



Grafikon 2: Časovni potek izčrpanih glikogenskih zalog pri različnih vrstah hranjenja (Ušaj, 1996)

Aktivnost encimov, ki sodelujejo pri B-oksidaciji, se zviša pri vzdržljivostni vadbi. Poveča se zmožnost oksidacije prostih maščobnih kislin in prav tako količina iz depojev sproščenih maščobnih kislin. Issekutz in sodelavci so dokazali, da dvignjena vsebnost prostih maščobnih kislin v krvi pripravi mišico do tega, da bolj izkorišča maščobo kot gorivo in manj ogljikove hidrate (Wilmore, Costill, 2004).

2.6.4 Učinki aerobne vadbe na srčno-žilni sistem

Sistem za prenos kisika

Aerobna vzdržljivost je povezana z dobrim delovanjem mehanizma za prenos kisika po telesu. Ta mehanizem sestavljata tako kardiovaskularni sistem kot respiratorni sistem.

Funkcioniranje tega mehanizma je definirano kot interakcija minutnega volumna srca (MV) in arterijsko-venske razlike (a-vO₂). Minutni volumen (udarni volumen (UV) x srčni utrip (FS)) nam pove, koliko krvi zapusti srce v eni minuti. Arterijsko-venska razlika (razlika med vsebnostjo kisika v arterijski krvi in venski krvi) kaže na količino porabe kisika v tkivih. Pomembnost funkcije srca potrjuje tudi matematični izraz porabe kisika v celici (enačba):

$$VO_2 = UV \times FS \times a-vO_2$$

Med vadbo se zahteve tkiv po kisiku povečajo. Naša vzdržljivost je odvisna od sposobnosti našega mehanizma za transport kisika, da zagotovi dovolj kisika za potrebe v aktivnih tkivih. Komponente, ki sestavljajo kardiovaskularni del sistema za transport kisika so:

- velikost srca,
- udarni volumen,
- frekvenca srca,
- minutni volumen srca,
- krvni pritisk,
- volumen krvi,
- pretok krvi.

Odziv na povečano zahtevo po delu je prilagoditev srčne mišice. Prilagoditev je več, prva izmed njih pa je povečana velikost srca. Poveča se masa in volumen srca. Hipertrofija srca oziroma »atletsko srce« je v preteklosti povzročala veliko skrbi in vprašanj. Kardiologi so bili mnenja, da je povečano srce patološke narave. Danes vemo, da je hipertrofija srca odziv na dolgotrajno vadbo.

Utripni volumen je po vzdržljivostni vadbi višji kot pred vadbo. Te spremembe so razvidne tako pri treningu s submaksimalno intenzivnostjo kot tudi pri treningu z maksimalno intenzivnostjo.

Frekvenca srca v mirovanju se zniža kot posledica vzdržljivostnega treninga. Pri ljudeh, ki veliko sedijo, se frekvenca srca v mirovanju zniža tudi do enega udarca na minuto po enem tednu vzdržljivostne vadbe (Willmore, Costill, 2004). Zelo trenirani vzdržljivostni športniki imajo pogosto srčni utrip v mirovanju pod 40 udarcev na minuto.

Submaksimalni srčni utrip se zniža od 10–20 udarcev na minuto pri posamezniku, ki vadi pri isti intenzivnosti.

Maksimalni srčni utrip po vzdržljivostni vadbi ostaja enak ali pa se malo zniža. Če se zniža, je ponavadi to posledica zaradi optimalnejšega utripnega volumna in s tem maksimalnega minutnega volumna srca. Vadba ob maksimalni ali blizu maksimalne intenzivnosti zahteva od srca treniranega, da najde pravo kombinacijo frekvenca srca in utripnega volumna, in s tem vpliva na maksimalni minutni volumen srca. Če je frekvenca srca previsoka, je diastola (čas polnjenja ventriklov) zmanjšana, kar vpliva na zmanjšan utripni volumen. Če se frekvenca srca zmanjša, imajo ventrikli več časa, da se napolnijo, in s tem se poveča utripni volumen. Utripni volumen in frekvenca srca imata isti cilj: dovolita srcu, da stisne maksimalno količino krvi, obogatene s kisikom, z najnižjo možno porabo energije.

Čas, ki je potreben, da se srčna frekvenca po izvedbi vaje vrne v normalno stanje pri dobro treniranih vzdržljivostnih športnikih, se zmanjša.

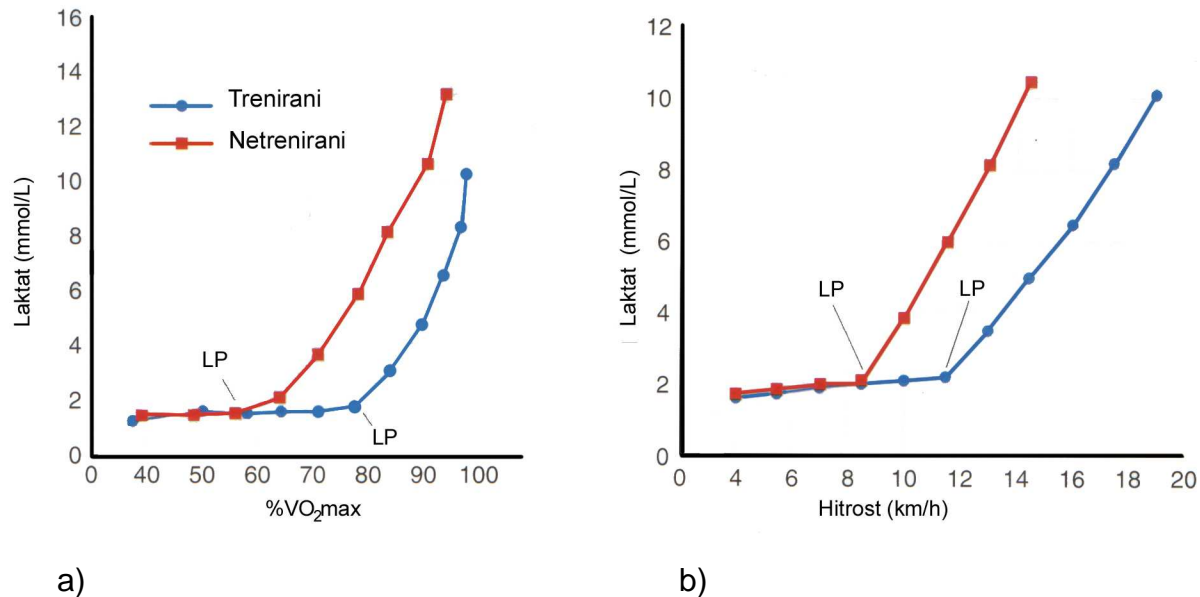
Minutni volumen srca se pri submaksimalni vadbi ne spremeni. Pri maksimalni vadbi pa se poveča na račun utripnega volumna.

2.6.5 Učinki aerobne vadbe na dihalni sistem

Učinki vzdržljivostnega treninga se kažejo tudi v respiratornem sistemu. Ni pomembno samo, kako zelo dobro nam služi kardiovaskularni sistem, ki prenaša kri po telesu, temveč je pri vzdržljivostnih aktivnostih zelo pomembno, ali respiratorni sistem zagotovi dovolj kisika, ki ga zahteva telo. Respiratorni sistem ponavadi ni omejitveni dejavnik, ker se ventilacija lahko bolj poveča kot funkcije kardiovaskularnega sistema. Vendar tako kot kardiovaskularni sistem tudi respiratorni sistem doživi spremembe kot posledico na vzdržljivostni trening.

Pljučna ventilacija se pri maksimalnih naporih poveča. Prav tako se poveča pljučna difuzija in arterijsko-venska razlika ($a-vO_2$). Značilno za spremembe v respiratornem sistemu je, da se največji učinki treninga kažejo pri maksimalnih naporih, kjer so vsi sistemi maksimalno vključeni.

2.6.6 Učinki aerobne vadbe na laktatni prag, porabo kisika



Grafikon 3, 4: Spremembe v laktatnem pragu v povezavi s treniranostjo a) laktatni prag izražen z odstotkom maksimalne porabe kisika (%VO₂max) in b) s povečanjem hitrosti teka (Wilmore, Costill, 2004)

Vzdržljivostna vadba dvigne laktatni prag. Z drugimi besedami lahko rečemo, da je športnik sposoben po opravljenem vzdržljivostnem treningu teči pri večji hitrosti in večji absolutni porabi kisika brez tega, da bi se mu vrednost laktata v krvi veliko spremenila v primerjavi z vrednostmi v mirovanju (grafikon 3, 4).

Dvig laktatnega praga je rezultat boljšega delovanja pufrov in zmanjšanja nastajanja laktata pri istem delu. Maksimalna koncentracija laktata v krvi pa se poveča le malo.

Poraba kisika pri submaksimalno intenzivni vadbi (v območju stacionarnega stanja) se ne spremeni. Pri maksimalno intenzivni vadbi (v območju maksimalne porabe kisika) pa se maksimalna poraba kisika (VO₂max) zelo poveča. Za koliko se poveča maksimalna poraba kisika (VO₂max) je odvisno tudi od začetnega stanja športnika.

Maksimalno porabo kisika (VO₂max) številni avtorji pojmujejo kot indikator aerobne moči. Predstavlja količino kisika, ki ga človek (mišice) lahko porabi v eni minuti. Aerobna moč je odvisna od številnih funkcij organizma, ki omogočajo prenos kisika v tkivo in njegovo izkoriščanje. Visoka vrednost VO₂max je pogoj za vrhunske rezultate v vzdržljivostnih športnih panogah. Za predstavitev se uporabljajo tako absolutne mere (l/min) kot tudi relativne mere, ki so izražene glede na telesno težo športnika (ml x kg⁻¹ x min⁻¹). Faktorji, ki najbolj vplivajo na izboljšanje VO₂max, so vpeti v dve teoriji. Prva pravi, da so oksidativni encimi v mitohondrijih tisti, ki odločilno vplivajo na povečan VO₂max. Po drugi teoriji je odločilnega pomena za povečanje VO₂max transportni sistem kisika. VO₂max se po treningu vzdržljivosti izboljša zaradi povečanega volumna krvi, minutnega volumna srca (zaradi povečanega utripnega volumna) in izboljšanja prekrvavitve aktivnih mišic.

2.7 UČINKI ANAEROBNE VADBE

2.7.1 Spremembe v mišici pod vplivom anaerobne vadbe

Pri aktivnostih, ki zahtevajo skoraj maksimalno produkcijo sile, sta prva izvora energije ATP (adenozintrifosfat) in CP (kreatinfosfat). V nadaljevanju trajanja aktivnosti pa pride še do razgradnje glikogena do ATP (postopek se imenuje glikoliza).

Z anaerobno vadbo, ki vključuje vadbo hitrosti in moči, pride do specifične rekrutacije mišičnih vlaken. Pri takšni vadbi se poleg počasnih začenejo vklapljati tudi hitra mišična vlakna, ki so pri takšnih aktivnostih rekrutirana veliko bolj kot pri aerobnih aktivnostih. Posledica je povečan prečni presek hitrih (2a) in (2b) vlaken. S sprintersko vadbo se zmanjša odstotek počasnih mišičnih vlaken, poveča pa se odstotek hitrih vlaken. Največja sprememba je vidna pri hitrih (2a) vlaknih.

2.7.2 Učinki anaerobne vadbe na energijske vire

Anaerobni trening poveča količino encimov, ki so prisotni pri ATP-CP sistemu in glikolitičnih encimih. Iz raziskav ni razvidno, da bi ta vadba vplivala tudi na oksidativne encime. Trening hitrosti bolj vpliva na medmišično koordinacijo, hitro moč, koordinacijo, ki se kaže kot primerna tehnika, kot pa na anaerobni energijski sistem.

2.7.3 Drugi učinki anaerobne vadbe

Anaerobna vadba vpliva na boljšo tehniko in koordinacijo. Vpliva na racionalnejšo izrabo kreatinfosfata in najbrž tudi na povečano vsebnost kreatinfosfata v mišicah.

Vadba daljših sprintov vpliva tudi na aerobne sposobnosti.

Puferska kapaciteta se poveča.

Poveča se vsebnost laktata po naporu, ker je gibanje na enaki razdalji hitrejše.

Spremembe vzorca aktivnosti encimov so specifične tipu vadbe.

2.8 VADBA ZA RAZVOJ AEROBNIH SPOSOBNOSTI

Vadba za razvoj aerobnih sposobnosti je vezana na razvijanje aerobne moči in kapacitete. Moč energijskega vira pomeni količino energije, ki se lahko sprosti iz energijskega izvora v določeni časovni enoti (navadno v eni minuti). Aerobno moč predstavlja maksimalna količina kisika, ki ga človek (mišice) lahko porabi v eni minuti. To imenujemo maksimalna poraba kisika (VO_{2max}). Aerobna moč je odvisna od številnih funkcij organizma, ki omogočajo prenos kisika v tkivo in njegovo izkoriščanje.

Kapaciteta energijskega sistema predstavlja celotno količino energije, ki jo iz njega lahko dobimo. Ker aerobni energijski sistem deluje v kombinaciji velikih energijskih zalog s kisikom, lahko trdimo, da so kapacitete tega sistema izredno velike.

2.8.1 Sredstva za razvoj aerobnih sposobnosti

Sredstva za razvoj aerobnih sposobnosti (moč, kapaciteta) so tista, ki skrbijo za:

- razvoj maksimalne porabe kisika,
- vzdrževanje čim večje porabe kisika čim daljši čas,
- povečanje hitrosti dihalnih procesov.

Pravilen trening postavlja določene zahteve o izbranih količinah.

2.8.2 Način vadbe za razvoj aerobnih sposobnosti

1. Intenzivnost

Intenzivnost vadbe za povečanje dolgotrajne vzdržljivosti je mogoče določiti na različne načine (odvisno od tega, katere vadbene metode uporabljamo).

Če izberemo metodo neprekinjenega napora, lahko za določanje intenzivnosti vadbe uporabimo več metod.

Starejše metode temeljijo na uporabi frekvence srca v mirovanju (FS_{mir}) in največje frekvence srca (FS_{max}). Najbolj je znana metoda rezerve frekvence srca (Karvonen). Po njej izmerimo obe frekvenci in izračunamo frekvenco pri tovrstnem naporu s pomočjo enačbe:

$$FS_r = FS_{max} - FS_{mir}$$

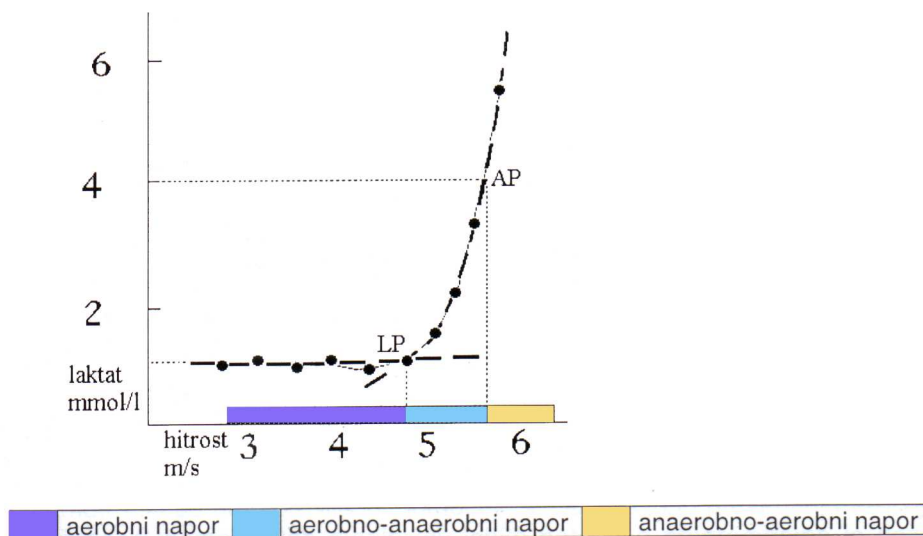
FS_r pomeni rezervo frekvence srca. Če želimo vaditi pri npr. 75-odstotni intenzivnosti, lahko frekvenco srca pri naporu (FS) izračunamo po enačbi:

$$FS = 0,75 \times FS_r + FS_{mir}$$

Izkušnje so pokazale, da je najnižja intenzivnost, ki jo je še smiselno izbrati kot nizek vadbeni dražljaj, v območju 60–70 %. Da bi lahko ugotovili frekvenco v mirovanju in največjo frekvenco, ju moramo izmeriti in ne izračunati. Frekvenco srca v mirovanju izmerimo tako, da zjutraj, preden vstanemo iz postelje, preštejemo število utripov srca v eni minuti merjenja (Ušaj, 1996).

Največjo frekvenco srca pri naporu je mogoče dovolj natančno izmeriti samo s pulzmetri, in sicer med naporom in ne po njem.

Novejše metode uporabljajo značilno spremembo, ki se pojavi pri postopnem povečanju obremenitve iz nizko do visoko intenzivne obremenitve. Pri prehodu od nizke v srednje intenzivno obremenitev se pojavi izražena sprememba vrednosti nekaterih fizioloških in biokemičnih kazalcev. Ta sprememba je izhodišče za določanje intenzivnosti vadbe v primeru uporabe neprekinjene metode. Najbolj znana je metoda določanja laktatnega praga in/ali anaerobnega praga. Pri tej metodi uporabljamo postopno povečanje obremenitve po vnaprej določenih stopnjah. Na vsaki odzvamemo mikrovzorec krvi in izmerimo vsebnost laktata. Vrednosti intenzivnosti obremenitve in vsebnosti laktata vnesemo v diagram odvisnosti vsebnosti laktata od intenzivnosti obremenitve in izrišemo krivuljo (Ušaj, 1996).



Grafikon 5: Metoda analize laktatne krivulje. Presečišče dveh eksponentnih krivulj predstavlja laktatni prag (LP), hitrost (intenzivnost obremenitve), ki ustreza vnaprej izbrani $LA = 4 \text{ mmol/l}$, pa kriterij OBLA, pogosto imenovan tudi anaerobni prag (AP) (prirejeno po: Ušaj, 1996).

Intenzivnost obremenitve, ki ustreza vsebnosti laktata 4 mmol/l v omenjenem diagramu, imenujemo različno: nekateri anaerobni prag (AP), drugi OBLA.

Laktatni oziroma aerobni prag predstavlja tisto hitrost teka (m/s), pri kateri postanejo aerobni procesi intenzivnejši, laktat pa doseže koncentracijo 2 mmol/l krvi.

Anaerobni prag predstavlja tisto stopnjo intenzivnosti gibanja, pri kateri se značilneje aktivirajo laktatni anaerobni procesi, laktat pa doseže koncentracijo 4 mmol/l krvi. Intenzivnost pri anaerobnem pragu je navadno okoli 10 % nad intenzivnostjo, značilno za laktatni prag.

Anaerobni prag je zelo različen pri treniranih in netreniranih športnikih. V odnosu na maksimalno aerobno intenzivnost (VO_{2max} – maksimalna poraba kisika) presežejo netrenirani anaerobni prag pri 50–60 % VO_{2max} , srednje trenirani pri 70–80 % VO_{2max} in vrhunsko trenirani športniki aerobnih športov pri 90–95 % VO_{2max} . To pomeni, da imajo trenirane osebe večjo aerobno kapaciteto (količina aerobne energije) in aerobno moč (izkoristek aerobne energije v časovni enoti), zato so sposobne prenesti dolgotrajno in visoko obremenitev brez porušanja ravnotežja v delovanju organov in padca sposobnosti zaradi zakiselnosti organizma (Dežman, Erčulj, 1996).

2. Količina

Vadba vzdržljivosti pomeni vadbo z veliko količino. To lahko izmerimo v pretečenih kilometrih, opravljenih urah vadbe, ... V eni vadbeni enoti lahko napor predstavlja neprekinjena obremenitev, ki lahko traja tudi dve uri, kratkotrajnejša obremenitev, na primer 5–15 minut, lahko nekajkrat ponovimo, dolgotrajnejši napor lahko prekinjamo z odmori (intervalna vadba), na primer 10 prekinitev z odmorom 1 minute. Frekvenca vadbenih enot je zelo različna, a vedno velika. Navadno poteka vadba vsak dan ali celo dvakrat na dan, vsaj do tri- do štirikrat na teden (Ušaj, 1996).

2.8.3 Metode za razvoj aerobnih sposobnosti

KONTINUIRANA METODA

Tipična za to metodo je uporaba fizioloških kriterijev laktatnega praga ter defleksijska točka pri naraščanju srčnega utripa srca (za določanje intenzivnosti napora).

1. Počasni kontinuirani tek

Ta oblika treninga služi kot uvajalni trening. Uporaben je tudi kot sredstvo regeneracije (aktivni počitek).

Intenzivnost teka je nizka – približno 40–50 % maksimalne porabe kisika oziroma obremenitev pri pulzu do 150 udarcev v minuti. Dolžina je odvisna od namena.

2. Fartlek

Tek z različnimi hitrostmi po razgibanem terenu, ki narekuje spreminjanje hitrosti in tehnike teka. Fartlek predstavlja močan impulz aerobnemu metabolizmu le, če intenzivnost vmesnih pospeševanj ni prevelika. Pulz mora biti v mejah med 130 in 180 udarcev na minuto. Skupna dolžina je od 30 minut do 2 uri.

3. Hitri enakomerni tek

Hitri enakomerni tek skrbi za razvoj aerobnih funkcij na višjem nivoju, ki pogosto že sega v anaerobno področje. Intenzivnost teka je visoka pri pulzu okrog 180 udarcev/min. Dolžina teka je približno od 20 minut do 1 ure.

Nedvomno dolgotrajni kontinuirani teki pospešujejo razvoj aerobnih sposobnosti (predvsem aerobne kapacitete), vendar samo to sredstvo ni dovolj za visok nivo funkcioniranja aerobnega energijskega sistema.

Za dvig aerobne moči se uporabljajo še druga sredstva, ki razvijajo cirkulacijsko sposobnost še na višjem nivoju. To so predvsem različne oblike intervalnega treninga.

INTERVALNA METODA

1. Ekstenzivna intervalna metoda

Dolžina tekov: 100–400 m

Intenzivnost: pulz obremenitve 180/185 udarcev na minuto ali hitrost, ki jo določa kriterij OBLA. Pri tem ekstenzivna intervalna metoda navadno uporablja intenzivnost, ki presega omenjeno vrednost.

Odmor: lahkoten tek do pulza 120–130

Ponovitve: v eni vadbeni enoti se opravi serija 10–30 ponovitev

Zahtevnost vadbe v ekstenzivni intervalni metodi se povečuje s:

- povečanjem števila ponovitev v seriji,
- povečanjem intenzivnosti napora,
- povečanjem frekvence tovrstne vadbe.

2. Kratki intervalni treningi

Dolžina tekov: 100 –150 m

Intenzivnost: približno 15 sekund na 100 m

Odmor: zelo kratek (10–15 sekund), da se pulz bistveno ne zniža

Skupna dolžina: 10–20 minut ena serija (večji upad hitrosti je signal za prekinitev ponavljanj)

Raziskave Reindella, Holmgrena in drugih so potrdile, da imajo kratkotrajne obremenitve s kratkimi vmesnimi odmori največji vpliv na aerobno moč. Produkti anaerobne razgradnje, ki se pojavljajo ob intenzivnih kratkih tekih, so močan stimulator dihalnih

procesov, zaradi česar se poraba kisika močno poveča. Če intenzivnost tekov ni previsoka, se visoka poraba kisika stabilizira (potreba in dobava sta uravnoteženi). To stanje je fiziolog Ermenko imenoval »svojevrstno stabilno stanje« (Škof, 1986).

3. Intervalni sprinti

Gre za izmenjavo 50 m sprinta s 50–60 m odmora (hoje). V fiziološkem pogledu je to sredstvo zelo podobno kratkemu intervalnemu treningu.

Za razvoj aerobnega energijskega sistema in tudi ostalih je izredno pomembno, da trener vključuje sredstva v transformacijski proces postopno, tako da progresivno povečuje intenziteto obremenitve. Trener se ne sme nikoli zadovoljiti le z eno obliko treniranja, pač pa jih mora v svoje delo vnašati čim več, jih smiselno menjavati in povezovati.

PONAVLJALNA METODA

Pri tej metodi intenzivnost presega tisto pri metodi neprekinjenega napora. Srčni utrip naj ne bo več kot 10 utripov manjši od maksimalnega. Število ponovitev v eni vadbeni enoti je 3 do 10. Odmori so popolni, da se odpravi eventualna mlečna kislina iz mišic. Razmerje med obremenitvijo in počitkom naj bo v začetku 1 : 1, kasneje 1 : 0,5 ali 1 : 0,25.

2.9 VADBA ZA RAZVOJ ANAEROBNIH ALAKTATNIH SPOSOBNOSTI

Specialna vzdržljivost najde svoje mesto v obdobju specialne priprave, ki je logično nadaljevanje osnovne priprave. Začenja se z uvajanjem specialnih vadbenih sredstev in obremenitev. V ta namen izbiramo specialne vaje in pogosteje simuliramo tekmovalni nastop. Tako prevladujejo metode s ponavljanji in intervalne metode. Vaje in metode morajo biti izbrane tako, da zagotavljajo nižjo, podobno in višjo intenzivnost, kot je tista na tekmi (Ušaj, 1996).

Specialna vzdržljivost je povezana z anaerobnimi laktatnimi in alaktatnimi kapacitetami in razvijanjem takih odnosov v delovanju funkcionalnih sistemov, ki so značilni za rokomet.

2.9.1 Sredstva za razvoj anaerobnih alaktatnih sposobnosti

Ni še povsem jasno, kako deluje vpliv treninga na povečanje hitrosti lokomocije. Vemo, da gre za interakcijo dveh kompliciranih sistemov:

- energijski vir (alaktatni anaerobni energijski sistem) ob ustrezni notranji strukturi mišice,
- regulacijski sistem CŽS (nivo ekscitacije in prenos impulzov iz centrov v mišice, učinkovitost nevromišičnih spojev, sinhronizacija sinergistov in antagonistov itd.).

Pravilen trening hitrosti prav gotovo pozitivno vpliva tudi na alaktatni anaerobni energijski sistem v smislu povečevanja zaloga fosfagenov v mišici ali večje možnosti izrabe le-teh. Pravilen trening postavlja določene zahteve o izbranih količinah.

2.9.2 Način vadbe za razvoj anaerobnih alaktatnih sposobnosti

1. Intenzivnost vadbe

Za povečanje hitrosti se uporabljajo skoraj izključno samo najvišja (maksimalna) hitrost (100 % intenzivnost). To je tista hitrost, ki jo posameznik zmore premagati na krajši razdalji. Poleg te intenzivnosti se uporablja tudi nekoliko nižja intenzivnost (submaksimalna). Ta znaša 85–98 % največje. Supermaksimalna hitrost je mogoča samo v olajšanih okoliščinah, zato gre tu, kljub takšni hitrosti (105 %), v bistvu za največji napor (Ušaj, 1996).

2. Količina vadbe

Najkrajši čas, ki se navadno uporablja pri vadbi za povečanje najvišje hitrosti, je čas, ki je potreben za pospeševanje od mirovanja do najvišje hitrosti. Najdaljši čas napora, ki se navadno uporablja za tovrstno vadbo, pa je največ 15 sekund. Ta čas je odvisen predvsem od tega, kako dolgo zmore športnik premagovati najvišjo hitrost gibanja (Ušaj, 1996). Količina ene vadbene enote je vedno nizka. Celotna količina pri eni vadbeni enoti pa doseže 5- do 15-kratno količino na tekmovanju (Ušaj, 1996).

3. Frekvenca (pogostost) tovrstne vadbe

Glede na visoko intenzivnost tovrstne vadbe je razumljivo, da je ni mogoče opravljati vsakodnevno. Glede na to, da je enotedenski cikel, ki se v športu najpogosteje uporablja, tovrstna vadba običajno poteka 2- do 4-krat na teden (Ušaj, 1996).

4. Odmori

Pri tovrstni vadbi so anaerobni alaktatni energijski procesi prevladujoči. Torej je kreatinfosfat glavno gorivo. Ker se to gorivo v odmoru, ki traja okrog 3 minute, v glavnem obnovi v mišicah, je po 5 minutah mogoče zaznati tudi superkompensacijo zalog (zaloge postanejo večje v primerjavi s tistimi pred

naporom). S tega vidika traja odmor med posameznimi ponovitvami pri tovrstni vadbi 3–5 minut. Toda ta vadba mora potekati ob primerni, povečani motivaciji. V ta namen se odmori lahko tudi nekoliko podaljšajo. Ker pa je mogoče motivacijo navadno ohranjati brez večjih težav do petih ponovitev, se pri tovrstni vadbi uporablja vadba v serijah. Odmor med serijami je navadno dolg (Ušaj, 1996).

2.10 VADBA ZA RAZVOJ ANAEROBNIH LAKTATNIH SPOSOBNOSTI

2.10.1 Sredstva za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti

Pravilen trening za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti je tisti, ki:

- stimulira mlečnokislinski sistem v smislu čim daljšega trajanja oziroma čim večji količini energije, ki se lahko producira v nekem časovnem obdobju;
- povečuje sposobnost tkiv za prenašanje večje zakislenosti;
- povečuje učinkovitost resinteze mlečne kisline;
- povečuje sposobnost skladiščenja glikogena v jetrih in mišicah.

Za delo v razmerah kisikovega dolga so v rabi določene količine.

2.10.2 Način vadbe za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti

1. Količina vadbe

Za povečanje hitrostne vzdržljivosti se uporablja večja količina vadbe kot pri vadbi hitrosti. Količina se izraženo razlikuje po trajanju napora pri vsaki ponovitvi. Navadno traja od 15 sekund do 2 minuti in se nekajkrat ponovi. Število ponovitev se izbira glede na trajanje posamezne ponovitve. Če je trajanje kratko (do 40 sekund), potem je ponovitev običajno 4–8, v eni ali dveh serijah. Če so obremenitve dolgotrajnejše, potem je ponovitev do 4, navadno v eni seriji (Ušaj, 1996).

2. Intenzivnost vadbe

Pri tovrstni vadbi se uporablja izključno največja intenzivnost ali intenzivnost, ki je blizu največji, pri opisanem trajanju napora. Ohranjanje te intenzivnosti z več ponovitvami je možno le ob primerno dolgih odmorih. Ti navadno trajajo od 3 do 5 minut, včasih pa so tudi precej daljši, tudi do 30 minut. Odmor med serijami je navadno daljši, med 15 in 45 minutami (Ušaj, 1996).

2.10.3 Metode za razvoj anaerobnih laktatnih sposobnosti

PONAVLJALNI TEKI

Glede uporabe te oblike je med trenerji in fiziologi precej razhajanj. Dva skoraj enaka sistema ponavljalnih tekov kot sredstvo razvoja laktatnih anaerobnih sposobnosti predlagata B. Murray in N. Armstrong. Trening naj bi vseboval ponavljanja zelo

intenzivnih tekov, ki trajajo od 1–2 minuti, med katerimi so relativno kratki odmori, da se zaloge ATP in CP ne obnovijo v celoti, saj so tako zahteve za mlečnokislinski energijski sistem večje. Murray predlaga razmerje med delom in počitkom 1 : 2 ali 1 : 1,5 (Škof, 1986).

Podobno vsebino in organizacijo anaerobnega laktatnega treninga opisuje tudi Zaciorski. Predlaga teke (3–4 v eni seriji) od 20 sekund do 2 minuti z intenzivnostjo od 90–95 %. Intervali odmora med teki se ravna po količini mlečne kisline v krvi. Ker je količina laktata v krvi po nekem času po obremenitvi večja kot takoj po končani aktivnosti (to velja za začetne prve tri obremenitve), je odmor po prvem teku daljši (5–8 minut) in se nato skrajšuje (3–4 minute po drugem teku na 2–3 minute med 3. in 4. tekom). Lahko izvajamo več serij (3–4). Odmor pa je lahko pasiven (Škof, 1986).

3. CILJI

Opredelili smo naslednje cilje:

1. Analizirati absolutne vrednosti frekvence srca (FS) pri posamezni vaji.
2. Analizirati relativne vrednosti frekvence srca (FS) pri posamezni vaji.
3. Analizirati količino laktata v krvi po opravljeni vaji.
4. Analizirati porabo kisika, vrednosti laktata, relativne vrednosti FSU pri posamezni vaji na primeru enega igralca.
5. Opraviti primerjavo vseh obravnavanih spremenljivk med obema treningoma.

4. METODE DE LA

4.1 VZOREC MERJENCEV

Vzorec merjencev predstavljajo štiri igralci 1. A slovenske rokometne lige. Njihova povprečna telesna višina 185 ± 5 cm, povprečna telesna masa $87 \pm 4,3$ kg, povprečne starosti $22,25 \pm 2,5$ let. Vsak od teh igralcev igra na različnih igralnih mestih. Prvi je krilni igralec, drugi je krožni napadalec, tretji je srednji zunanji napadalec, četrti je levi zunanji napadalec. Vsi merjenci se aktivno ukvarjajo z roketom vsaj 9 let. Med meritvami so bili merjenci popolnoma zdravi in nepoškodovani.

4.2 VZOREC SPREMENLJIVK

	Oznaka	Opis spremenljivke	Enota
1.	FS_mir	frekvenca srca v mirovanju	ud/min
2.	FS_max	najvišja frekvenca srca	ud/min
3.	LA_mir	količina laktata v krvi v mirovanju	mmol/l
4.	LA_max	najvišje vrednosti laktata v krvi	mmol/l
5.	VO2_max	največja relativna poraba kisika	ml/minxkg
6.	AN_prag	anaerobni prag (absolutne vrednosti)	ud/min
7.	AN_prag(%)	anaerobni prag (relativne vrednosti)	%

Preglednica 5: Izbrane spremenljivke, izmerjene v laboratoriju

	Oznaka	Opis spremenljivke	Enota
1.	FS_abs	absolutne vrednosti frekvence srca med vajo	ud/min
2.	FS_rel5	relativne vrednosti frekvence srca med vajo pod 50 % največjega napora	%
3.	FS_rel5_7	relativne vrednosti frekvence srca med vajo med 50 in 70 % največjega napora	%
4.	FS_rel7_9	relativne vrednosti frekvence srca med vajo med 70 in 90 % največjega napora	%
5.	FS_rel_9	relativne vrednosti frekvence srca med vajo nad 90 % največjega napora	%
6.	FS_rel±5%AP	relativne vrednosti frekvence srca med vajo 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom	%
7.	LA	vrednosti laktata po vaji	mmol/l

Preglednica 6: Izbrane spremenljivke, izmerjene pri izvajanju vaj

4.3 ORGANIZACIJA MERITEV

4.3.1 Opis testov in merilnih postopkov

Meritve smo izvedli v treh delih. V prvem delu smo meritve izvedli v laboratoriju za fiziologijo športa. Merjencem smo po protokolu Nowacki izmerili najvišjo frekvenco srca (FS_max), anaerobni prag (absolutne vrednosti) (An_prag), anaerobni prag (relativne vrednosti) (An_prag(%)), količino laktata v krvi v mirovanju (La_mir), najvišje vrednosti laktata v krvi (LAm_{ax}), največja relativna poraba kisika (VO₂max). Protokol Nowacki temelji na principu naraščajoče intenzivnosti. Merjenca se opremi s spirometrom in merilcem srčnega utripa. Nato začne s tekom na tekoči preprogi pri hitrosti 9 km/h in naklonu 0 %. V nadaljevanju se vsaki 2 minuti poveča naklon tekoče preproge za 2 %. Merjenec teče, dokler ne doseže svoje maksimalne frekvence srca. Sledi odvzem krvi iz mečice ušesa za analizo laktata in 5 minutni nizko intenziven tek, pri katerem se kontrolira padec srčnega utripa.

V drugem delu so si merjenci deset dni zapored merili frekvenco srčnega utripa v mirovanju (FS_mir). FS_mir so si merili zjutraj takoj po prebujenju, še pred vsako aktivnostjo. Frekvenco srca so merili na radialni arteriji na zapestju. Šteli so udarce v minuti ter si izmerjene vrednosti vpisovali v posebne obrazce. Iz dnevnih vrednosti smo izračunali povprečno frekvenco srca v mirovanju za vsakega posameznika.

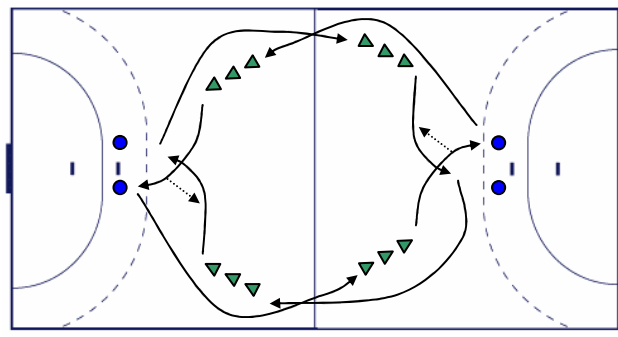
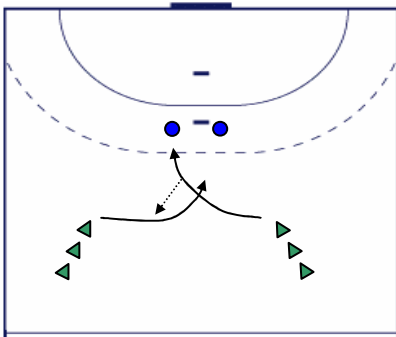
V tretjem delu meritev smo v dveh različnih dnevih izvedli treninge z določeno vsebino. Treninge smo izvedli v športni dvorani v Slovenj Gradcu ob 17.00 uri. V treningu je sodelovala celotna članska ekipa kluba Prevent. Znotraj te ekipe so trening izvajali tudi naši merjenci. Treninga sta bila smiselno sestavljena in sta tako zajemala vaje uvodnega, glavnega in zaključnega dela. Pred začetkom izvedbe smo merjencem namestili merilnike srčnega utripa Polar (s750i). Enemu izmed merjencev pa tudi spirometer (Cosmed K4b2), s pomočjo katerega smo beležili porabo kisika na vsakih 5 sekund treninga. Merilnike srčnega utripa in spirometer smo vključili ob začetku treninga in izključili na koncu treninga. Po vsaki končani vaji smo odvzeli vzorec krvi iz mečice ušesa. Jemanje in analiza vzorcev krvi sta potekala po ustaljenih postopkih z izkušeno skupino merilcev (zdravstveno osebje Fakultete za šport). Zaradi nadaljnje analize obremenitev smo treninge tudi posneli.

4.3.2 Opis vaj

Vaje neprekinjenega značaja (kontinuirana metoda)

1. Vaja 1: Križanja in naleti na polovici ter celotnem igrišču

- a) križanja v dveh kolonah (polovica igrišča)
- b) križanja v štirih kolonah (celotno igrišče)



Vaja je bila namenjena uvodnemu delu, zato se je izvajala v srednji hitrosti.

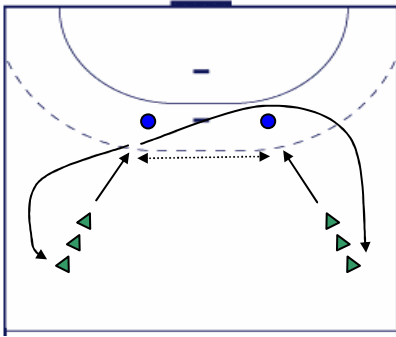
Trajanje: 4 min

Ponovitev: 14

2. Vaja 2: Naleti v dveh kolonah (polovica igrišča)

**aktivni igralec se lahko po naletu vrača v nasprotno ali v isto kolono*

- a) podaje iz naleta
- b) naleti proti vratom s podajo iz skoka
- c) preigravanja



Vaja 2 je bila prav tako namenjena uvodnemu delu, zato se je izvajala v srednji oz. nizki hitrosti.

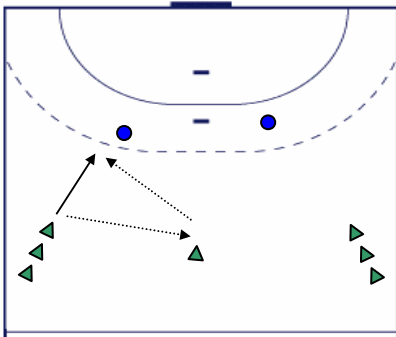
Trajanje: 3 min

Ponovitev: 11

3. Vaja 3: Strelji z mesta LZ in DZ po podaji SZ

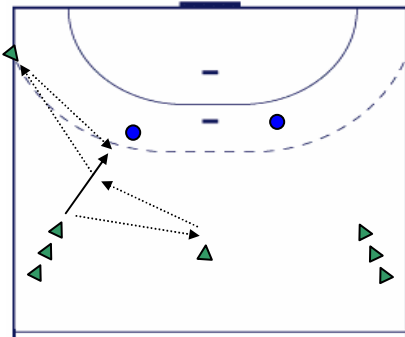
- poljubni strelji s tal in iz skoka LZ in DZ s pol aktivnim obrambnim igralcem
- strelji LZ in DZ po preigravanju drugega obrambnega igralca

zap. podaj: LZ – SZ – LZ – strel; DZ – SZ – DZ – strel



- strelji LZ in DZ po širokem zaletu in po podaji LK in DK

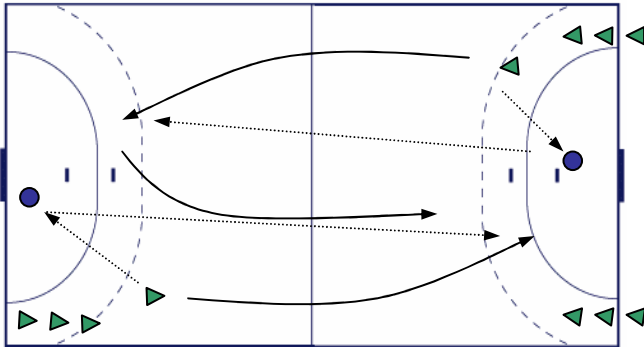
zap. podaj: LZ – SZ – LZ – LK – LZ – strel; DZ – SZ – DZ – DK – DZ – strel



Vaja 3 se je izvajala v maksimalni hitrosti.

Trajanje: 13 min

Ponovitev: 13

4. Vaja 4: protinapad 1 : 1 z vračanjem v obrambo

Vaja 4 je bila namenjena glavnemu delu treninga in se je izvajala v maksimalni hitrosti.

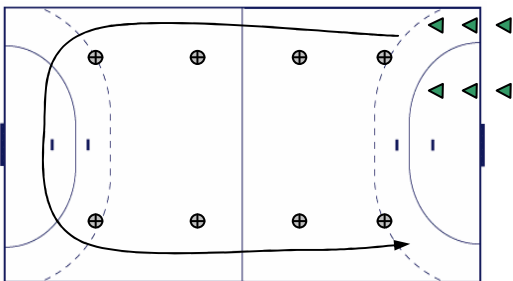
Trajanje: 7 min

Ponovitev: 8

Vaje kratkotrajne obremenitve (intervalna metoda)

5. Vaja 5: Rokometni poligon (1. del)

- c) komolčne podaje v teku
- d) komolčne podaje v teku + en okoli stožca
- e) križanja v parih z vodenjem pred stožci
- f) križanja v parih s povratno žogo z vodenjem pred stožci
- g) križanja v parih brez vodenja
- h) križanja v parih brez vodenja iz skoka

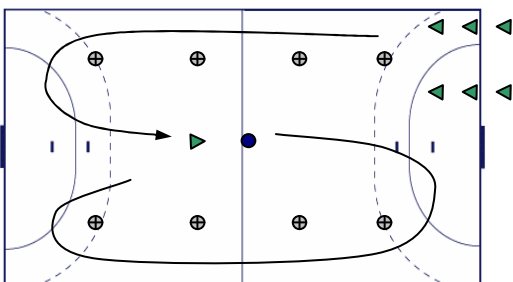


Vaja 5 je bila namenjena uvodnemu delu in se je izvajala v nizki oz. srednji hitrosti.

Trajanje: 10 min

6. Vaja 6: Rokometni poligon (2. del)

- a) Križanja v parih brez vodenja z vračanjem po sredini igrišča. Eden od para je v obrambi, drugi v napadu (kritje in spremljanje).

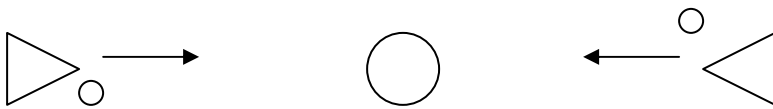


Vaja je bila namenjena uvodnemu delu in se je izvajala v srednji hitrosti.

Trajanje: 3 min

7. Vaja 7: Vaje kratkotrajnih visoko intenzivnih obremenitev v trojkah (aktiven je samo igralec na sredini)

- a) pristopanje in zaustavljanje napadalca, ki nakazuje strel s tal
- b) pristopanje in zaustavljanje napadalca pri nakazovanju strela iz skoka
- c) blokiranje dveh nakazanih strel
- d) zaustavljanje napadalca, ki preigrava



Vaja je bila namenjena glavnemu delu treninga in se je izvajala v maksimalni hitrosti.

Trajanje: 6 min

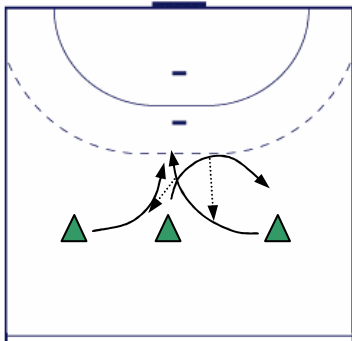
Ponovitve: 4

Izvajanje: 30 s

Odmor: 60 s

8. Vaja 8: Vaje ponavljajoče kratkotrajne obremenitve v trojkah

Igralci so postavljeni v trojke in stojijo bočno drug ob drugem (razdalja med njimi je 3 do 4 metre). Na znak trenerja pričnejo izvajati aktivna križanja v trojkah na mestu. Po preteku določenega intervala sledi pisk trenerja. Igralci se ustavijo na izbranih mestih in izvajajo nekoliko manj aktivne zalete. Vajo večkrat ponovimo.



Vaja se je izvajala pri maksimalni hitrosti.

Trajanje: 2 min

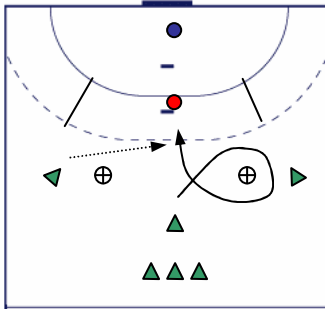
Ponovitve: 4

Izvedba: 15 s

Odmor: 15 s

9. Vaja 9: Zaporedni streli SZ po gibanjih okoli stožca

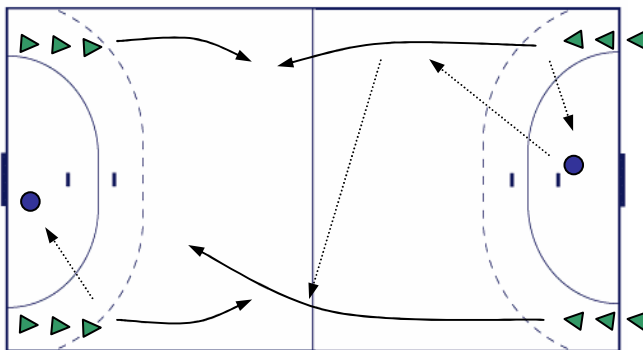
SZ igralec izvaja zaporedne strele proti vratom. Po vsakem strelu se mora čim hitreje gibati okoli stožca. Ko je v aktivnem zaletu proti vratom, mu DZ ali LZ (odvisno od strani) poda žogo.



Vaja se izvaja v maksimalni hitrosti.

Trajanje: 40 s

10. Vaja 10: Protinapadi 2 : 2 z vračanjem v obrambo



Vajo smo izvedli v maksimalni hitrosti. Trajanje vaje je bilo 3 minute. Vsak izmed merjencev je izvedel 4 ponovitve.

Trajanje: 3 min

Ponovitve: 4

4.4 METODE OBDELAVE PODATKOV

Za obdelavo in prikaz rezultatov smo uporabili naslednje postopke in statistične metode:

1. Podatke dobljene iz merilnikov srčnega utripa, smo obdelali s pomočjo računalniškega programa Polar Precision Performance SW. Podatke smo iz merilnikov v program prenesli s pomočjo vmesnika.
2. Za izračun relativne frekvence srčnega utripa smo uporabili Karvonenov model, ki je relativno enostaven, temelji pa na računu srčne rezerve ($FS \% = 100 \times (FS - FSmir) / (FSmax - FSmir)$)
3. Za nadaljnjo statistično analizo smo uporabili program Microsoft Excel.

5.REZULTATI

Poglavje Rezultati smo razdelili na štiri podpoglavja, ki jih predstavljamo v medsebojno ločenih, vendar vsebinsko povezanih delih.

V prvem podpoglavju prikažemo grafični prikaz vrednosti v laboratoriju izmerjenih spremenljivk.

V drugem podpoglavju predstavljamo grafični prikaz vrednosti spremenljivk, ki smo jih izmerili na treningih. Vse rezultate opisujemo ločeno, glede na spremenljivke, ki opisujejo napor (absolutne in relativne vrednosti frekvence srca ter vrednosti laktata).

V tretjem podpoglavju prikažemo primerjavo vseh obravnavanih spremenljivk med obema treningoma.

V četrtem podpoglavju predstavljamo vrednosti spremenljivk, izmerjenih v laboratoriju in na treningu za merjenca, ki je bil dodatno opremljen s spirometrom.

5.1 VREDNOSTI SPREMENLJIVK, IZMERJENIH V LABORATORIJU

	FS_mir (ud/min)	FS_max (ud/min)	LA_mir (mmol/l)	LA_max (mmol/l)	VO2_max (ml/min×kg)	AN_prag (ud/min)	AN_prag (%)
Igralec 1	46	188	1,1	8,8	57,06	177	92
Igralec 2	50	174	1,1	7,5	55,72	159	87,9
Igralec 3	50	192	1,1	6,5	58,98	162	78,9
Igralec 4	50	189	1,2	8,6	58,81	171	87
x_(pov.)	49	186	1,12	7,85	57,64	167,25	86,45

Preglednica 7: Vrednosti spremenljivk, izmerjenih v laboratoriju

Vrednosti FS_mir so se gibale med 46 ud/min in 50 ud/min. Povprečna vrednost (x_(pov.)) je znašala 49 ud/min.

Najvišjo vrednost FS_max je dosegel igralec 3 in je znašala 192 ud/min. Najnižjo vrednost je dosegel igralec 2 in je znašala 174 ud/min. X_(pov.) je znašala 186 ud/min.

Vrednosti LA_mir, ki smo jih izmerili na začetku meritve, kažejo na dokaj izenačene rezultate. Minimalna razlika se je pokazala samo pri igralcu 4 z vrednostjo 1,2 mmol/l. Večje razlike so se pokazale pri LA_max. LA_max smo izmerili ob koncu meritev in opisujejo najvišje vrednosti laktata v krvi med obremenitvijo. Najvišjo vrednost laktata v krvi je imel igralec 1, in to 8,8 mmol/l krvi. Najnižjo vrednost laktata v krvi pa je imel igralec 3 z vrednostjo 6,5 mmol/l krvi. X_(pov.) je znašala 7,85 mmol/l krvi.

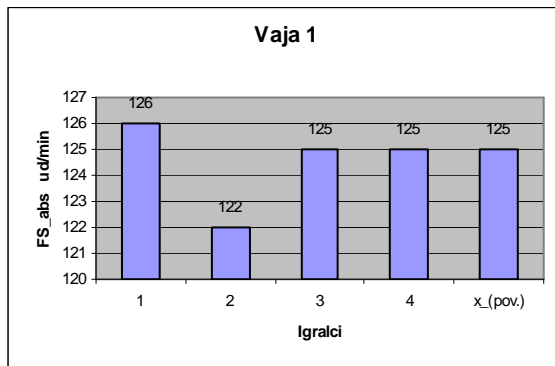
Vrednosti VO₂_max so se gibale med 55,72 ml/min×kg pri igralcu 2 in najvišjo vrednostjo pri igralcu 3 z 58,98 ml/min×kg. Povprečna vrednost je 57,64 ml/min×kg.

Za določanje anaerobnega praga smo uporabili dve spremenljivki. Najprej smo anaerobni prag izrazili v absolutnih vrednostih frekvence srca, kjer so merjenci zadeli ob anaerobni prag. Iz minimalnih in maksimalnih absolutnih vrednosti frekvence srca pa smo preračunali tudi relativne vrednosti frekvence srca, s pomočjo katerih smo lažje definirali raven napora v trenutku doseženega anaerobnega praga.

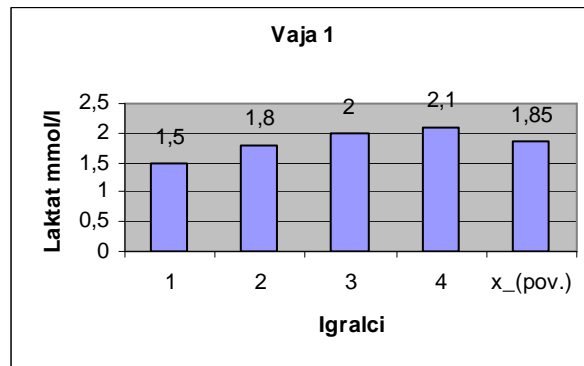
Pri obeh spremenljivkah (AN_prag in AN_prag%) so razlike velike med najmanjšimi in največjimi vrednostmi.

5.2 ANALIZA ABSOLUTNIH IN RELATIVNIH VREDNOSTI FREKVENCE SRCA IN VREDNOSTI LAKTATA PRI TIPU TRENINGA Z VAJAMI KONTINUIRANEGA ZNAČAJA

5.2.1 Analiza vaje 1

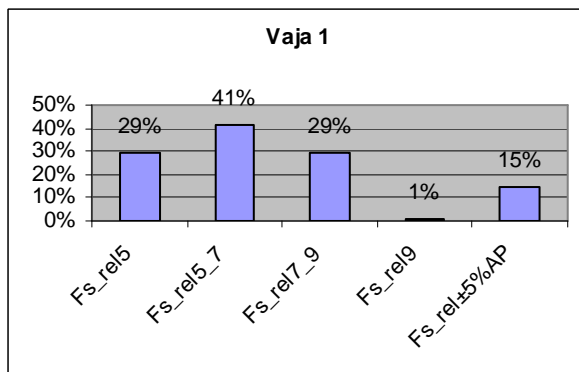


a)



b)

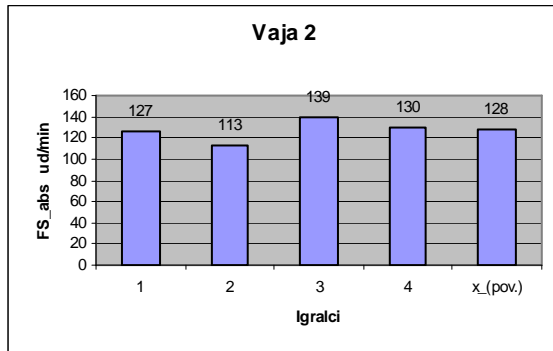
Grafikon 6, 7: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



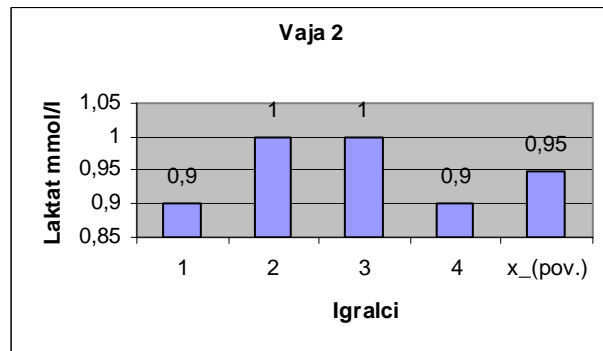
Grafikon 8: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Analiza absolutnih vrednosti frekvence srca (grafikon 6, 7a) je pokazala, da pri vaji 1 ni bilo večjih razlik med igralci. Vrednosti laktata (grafikon 6, 7b) med igralci prav tako ne odstopajo in dosegajo nizke vrednosti. Iz analize povprečnih odstotkovnih deležev relativnega napora pa je razvidno, da je najvišji delež, v katerem so igralci delovali med vajo 1, pri relativnem naporu med 50 in 70 % največjega napora (grafikon 8). Iz vrednosti spremenljivk, ki smo jih izmerili v laboratoriju (preglednica 6), je razvidno, da je povprečni relativni anaerobni prag igralcem našega vzorca predstavljal 86,45 % največjega napora. Zanimal nas je torej interval relativnega napora med 81,45 in 91,45 % največjega napora. Iz rezultatov lahko vidimo, da je delež relativnega napora pod 5 % in nad 5 % anaerobnega praga 15 % (grafikon 8).

5.2.2 Analiza vaje 2

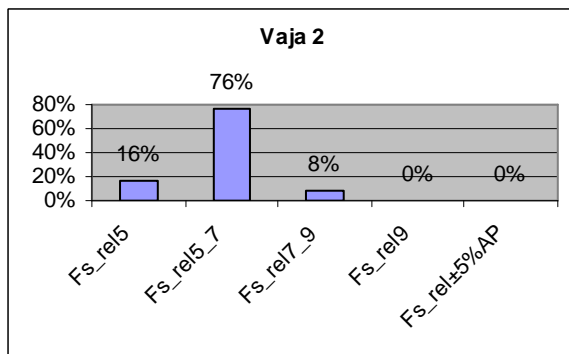


a)



b)

Grafikon 9, 10: a) Povprečne vrednosti frekvenca srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

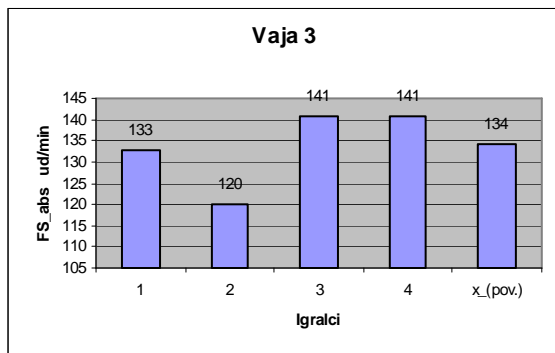


Grafikon 11: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

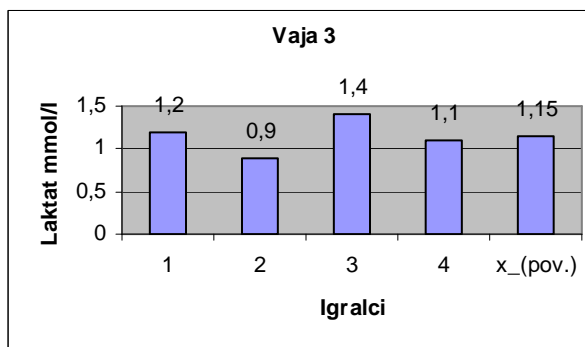
Absolutne vrednosti frekvenca srčnega utripa (FS_abs) so pokazale na večje razlike med igralci (grafikon 9, 10a). Tako je igralec 2 dosegel najnižjo vrednost 113 ud/min in igralec 3 najvišjo vrednost s 139 ud/min. Vrednosti laktata med igralci so sorazmerno enake in dosegajo nizke vrednosti (grafikon 9, 10b). Čeprav so FS_abs vrednosti pokazale na večje razlike med igralci, je iz rezultatov, ki prikazujejo zastopanost povprečnih odstotkovnih deležev relativnega napora, razvidno, da je pri vaji 2 največja

zastopanost pri relativnih vrednostih frekvenca srca med 50 in 70 % največjega napora (FS_rel5_7) (grafikon 11). Igralci niso delovali v območju, katerega bi relativne frekvenca srca dosegale vrednosti 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom (FS_rel \pm 5%AP) (grafikon 11).

5.2.3 Analiza vaje 3

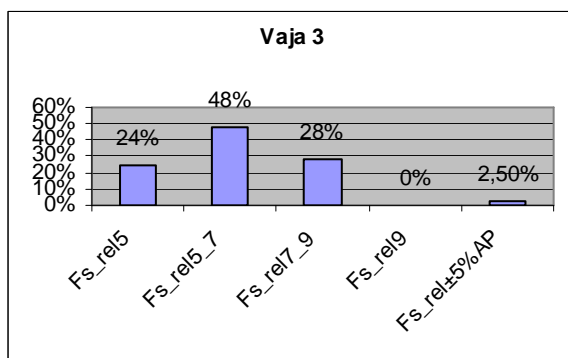


a)



b)

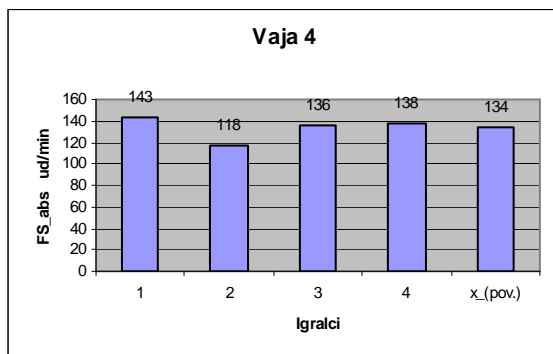
Grafikon 12, 13: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



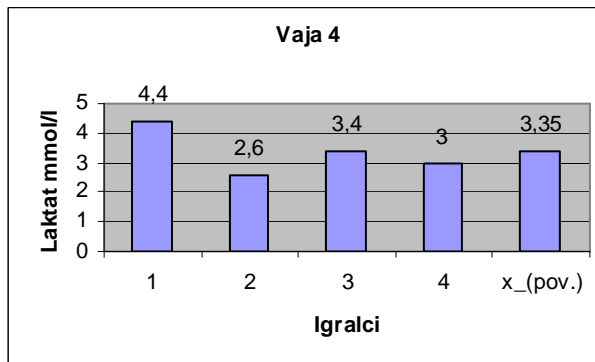
Grafikon 14: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Iz analize absolutnih vrednosti frekvence srca pri vaji 3 je razvidno, da je igralec 2 imel najnižjo frekvenco srčnega utripa 120 ud/min. Najvišjo FS_abs pa igralca 3 in 4 (grafikon 12, 13a). Pri količini laktata je igralec 3 dosegel največjo vrednost 1,4 mmol/l. Povprečne vrednosti (x_pov.) laktata so zelo nizke (grafikon 12, 13b). Iz grafikona 14 je razvidno, da so povprečni odstotkovni deleži nekoliko porazdeljeni med relativne vrednosti frekvence srca pod 50 % največjega napora in relativne vrednosti frekvence srca med 70 % in 90 % največjega napora (grafikon 14). V tem območju pa so igralci dosegli tudi relativne vrednosti frekvence srca, ki so bile 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom. Ta delež frekvenc je bil 2,5 %.

5.2.4 Analiza vaje 4

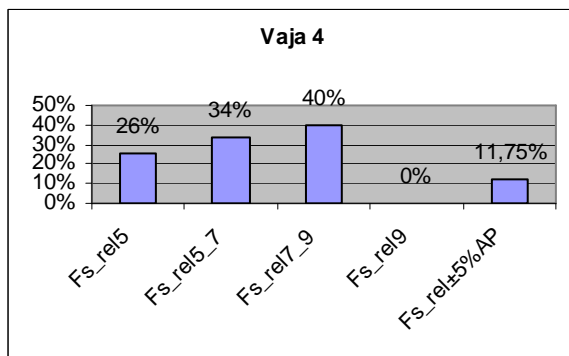


a)



b)

Grafikon 15, 16: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

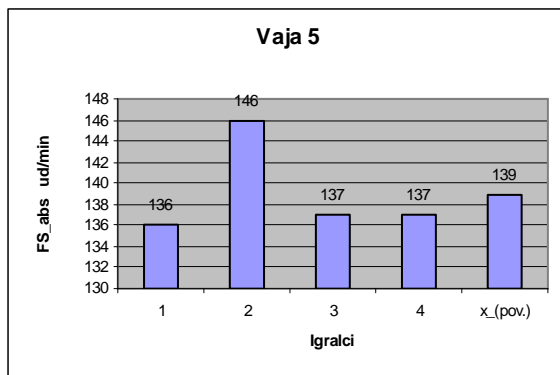


Grafikon 17: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

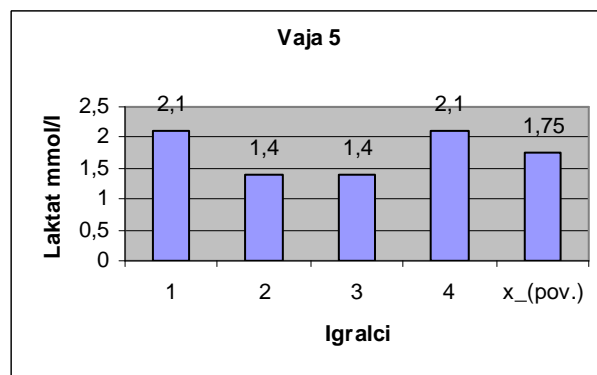
Povprečne absolutne vrednosti frekvence srca se pri vaji 4 gibljejo od 118 ud/min pri igralcu 2 do 143 ud/min pri igralcu 1 (grafikon 15, 16a). Količina laktata je pri igralcu 1 presegla 4 mmol/l krvi. Intenzivnost obremenitve pri igralcu 1 je presegla anaerobni prag. Povprečna vrednost laktata za vajo 4 pa je pokazala na intenzivnost obremenitve, ki je pod anaerobnim pragom (grafikon 15, 16b). Odstotkovni deleži relativnega napora so razporejeni med relativne vrednosti frekvence srca med 50 % in 90 % največjega napora. Med tem deležem pa je 11.75 % frekvenc, ki so bile v območju 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom.

5.3 ANALIZA ABSOLUTNIH IN RELATIVNIH VREDNOSTI FREKVENCE SRCA, VREDNOSTI LAKTATA, PRI TIPU TRENINGA Z VAJAMI INTERVALNEGA ZNAČAJA

5.3.1 Analiza vaje 5

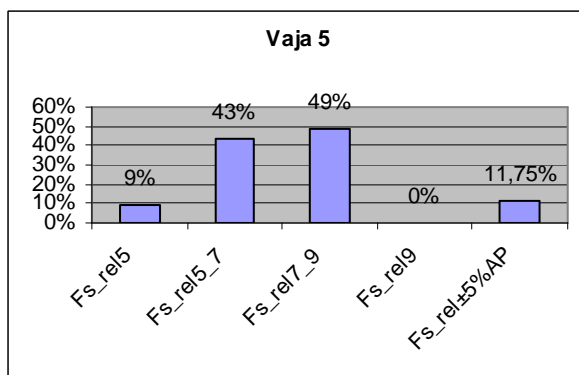


a)



b)

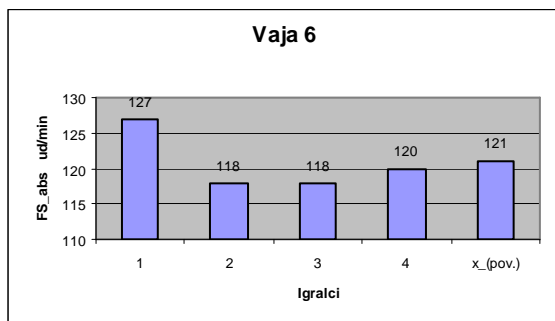
Grafikon 18, 19: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



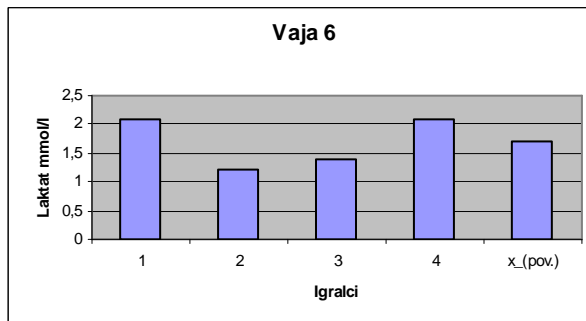
Grafikon 20: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Pri analizi povprečnih vrednosti frekvenc izraženih v absolutnih vrednostih je igralec 2 dosegel največje vrednosti pri 146 ud/min (grafikon 18, 19a). Povprečna vrednost vseh štirih igralcev ($x_{pov.}$) pa je 139 ud/min. Vrednosti laktata so nizke in povprečna vrednost vseh štirih igralcev ($x_{pov.}$) je 1,75 mmol/l krvi (grafikon 18, 19b). Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora zajemajo predvsem relativne vrednosti frekvence srca med 50 in 70 % (FS_rel5_7) in 70 in 90 % (FS_rel7_9) največjega napora (grafikon 20). Delež relativnih vrednosti frekvenc srca 5 % pod in 5 % nad aerobnim pragom zajema 11,75 %.

5.3.2 Analiza vaje 6

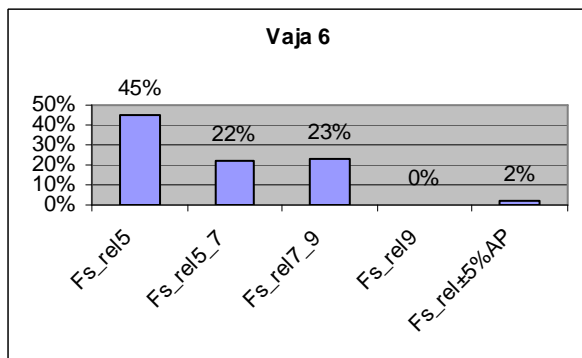


a)



b)

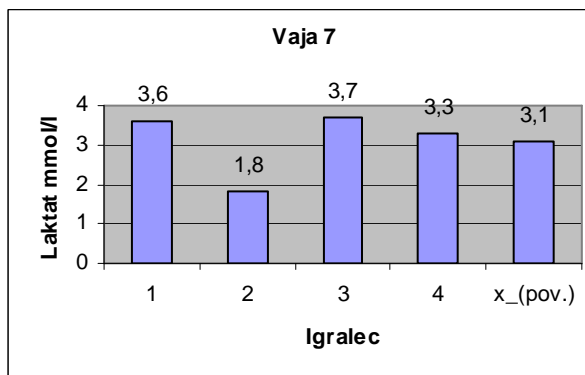
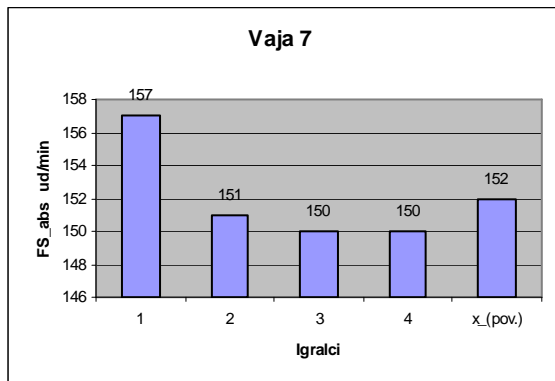
Grafikon 21, 22: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



Grafikon 23: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Analiza absolutnih vrednosti frekvence srčnega utripa pokaže, da so vrednosti zelo nizke. Prav tako je iz analize vrednosti laktata (grafikon 21, 22b) razvidno, da skupna povprečna vrednost (x_pov.) ne presega 1,7 mmol/l krvi. Največji povprečni odstotkovni delež relativnega napora zavlada relative vrednosti frekvence srca pod 50 % največjega napora. Delež FS_rel±5% je zanemarljiv.

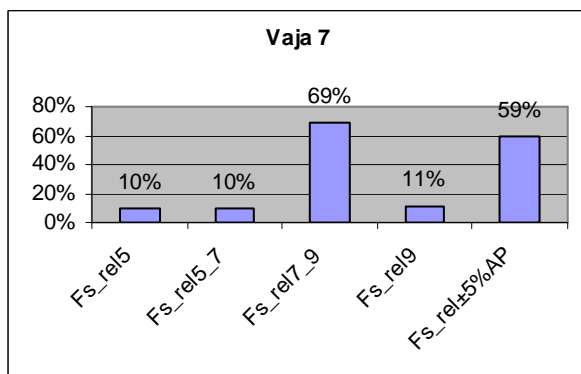
5.3.3 Analiza vaje 7



a)

b)

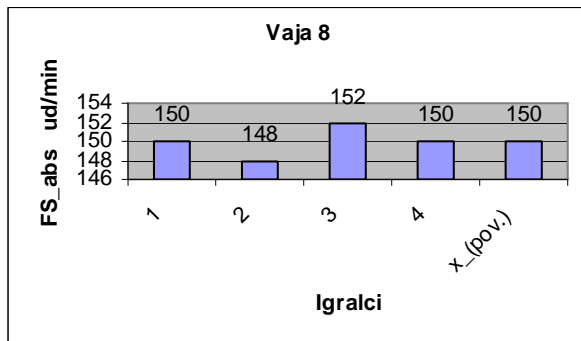
Grafikon 24, 25: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



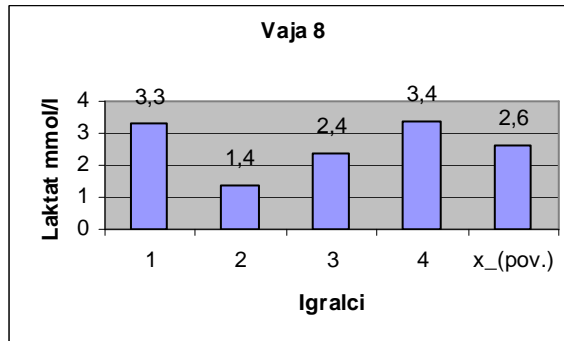
Grafikon 26: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Analiza absolutnih vrednosti frekvence srca kaže na višje vrednosti srčnega utripa. Povprečna vrednost absolutnih frekvenc je 152 ud/min. Najvišjo vrednost FS_abs doseže igralec 1 s 157 ud/min (grafikon 26). Vrednosti laktata se gibljejo od 1,8 mmol/l do 3,7 mmol/l krvi (grafikon 24, 25b). Iz analize povprečnih odstotkovnih deležev relativnega napora je razvidno, da največji delež pripada relativnim vrednostim frekvenc med 70 % in 90 % največjega napora. Iz tega deleža in deleža FS_rel9 je kar 59 % frekvenc v območju 81,45 % in 91,45 % (FS_rel±5%AP) največjega napora.

5.3.4 Analiza vaje 8

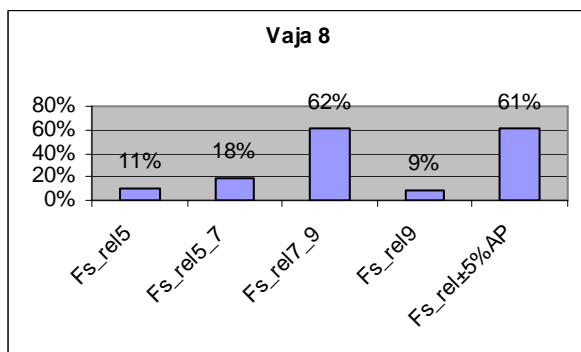


a)



b)

Grafikon 27, 28: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

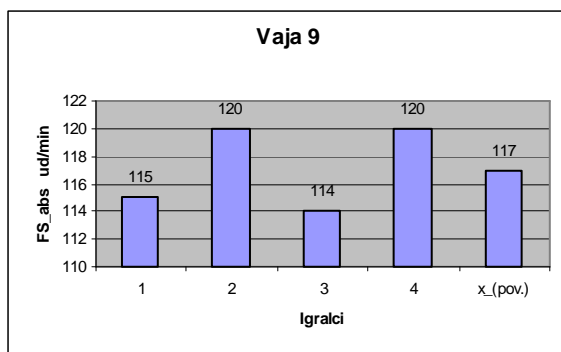


Grafikon 29: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

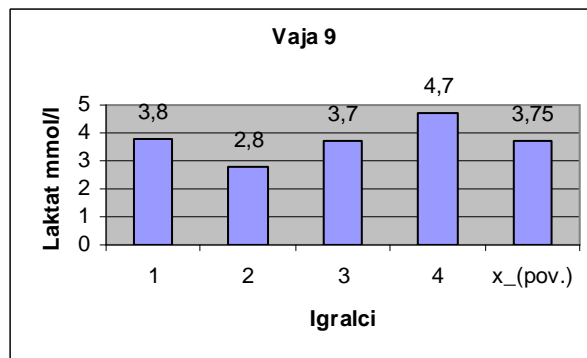
Povprečne absolutne vrednosti frekvence srca so pri vaji 8 med igralci precej izenačene. Najvišja vrednost je 152 ud/min in najnižja 148 ud/min. Povprečna vrednost je 150 ud/min (grafikon 27, 28a). Vrednosti laktata so med igralci različne. Pri igralcu 2 je količina laktata 1,4 mmol/l krvi, pri igralcu 4 pa 3,6 mmol/l krvi. X_pov. je 2,6 mmol/l krvi (grafikon 27, 28b). Iz povprečnih deležev relativnega napora lahko vidimo, da je najbolj zastopan delež, kjer so relativne frekvence srčnega utripa med 70 % in 90 % največjega napora (grafikon 29). FS_rel7_9 in FS_rel9 skupaj predstavljata 71 % relativnega

napora in od tega je kar 61 % relativnih vrednosti frekvence srca v območju $FS_{rel} \pm 5\%AP$.

5.3.5 Analiza vaje 9

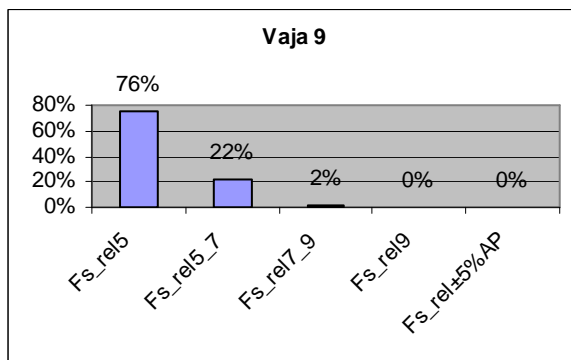


a)



b)

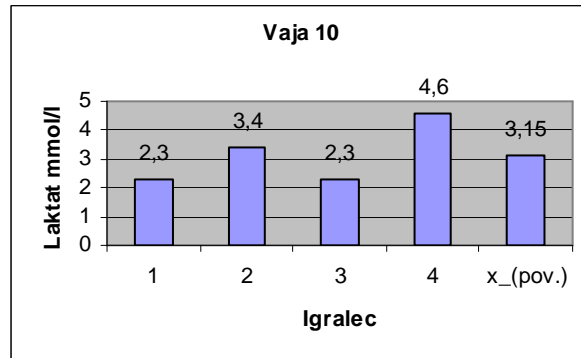
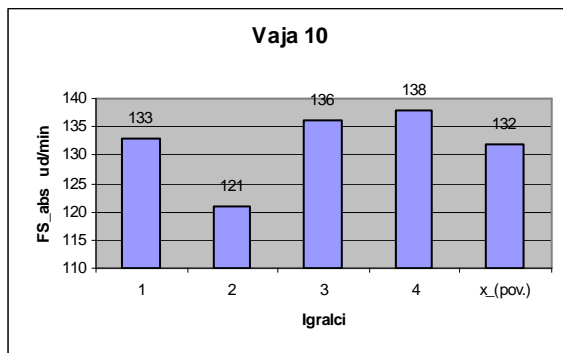
Grafikon 30, 31: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



Grafikon 32: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Absolutne vrednosti kažejo na nizko frekvenco srca med vajo 9. Povprečna vrednost za igralce je komaj 117 ud/min (grafikon 30, 31a). Vrednosti laktata so malo višje. Povprečna vrednost je 3,75 mmol/l. Največji delež relativnega napora je zastopan, kjer so relativne frekvence srca pod 50 % največjega napora (grafikon 32).

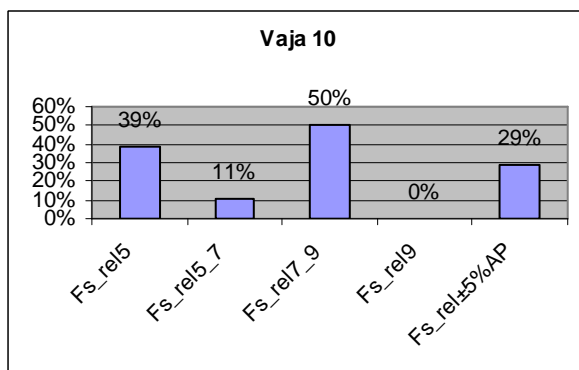
5.3.6 Analiza vaje 10



a)

b)

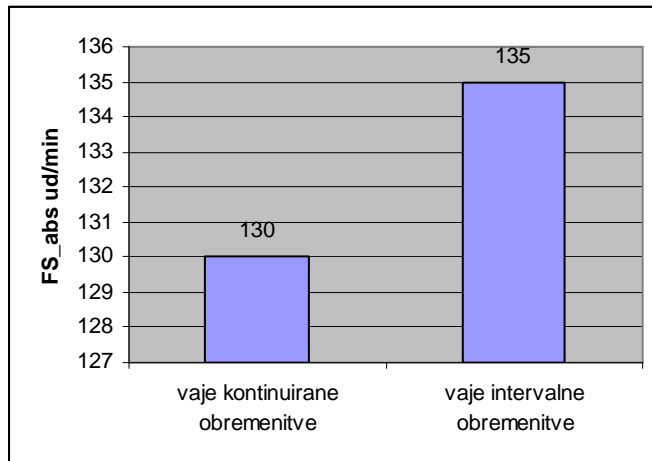
Grafikon 33, 34: a) Povprečne vrednosti frekvence srca, izražene v absolutnih vrednostih, pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev in b) vrednosti laktata v krvi po izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.



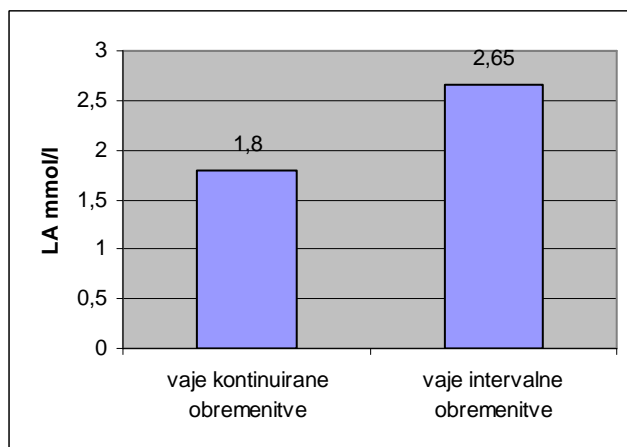
Grafikon 35: Povprečni odstotkovni deleži relativnega napora pri izvedbi vaje na vzorcu štirih igralcev.

Povprečne absolutne vrednosti frekvence srca se gibljejo od 121 ud/min pri igralcu 2 do 138 ud/min pri igralcu 4 (grafikon 33, 34a). Vrednosti laktata so prav tako najvišje pri igralcu 4. Povprečna vrednost laktata je 3,15 mmol/l (grafikon 33, 34).

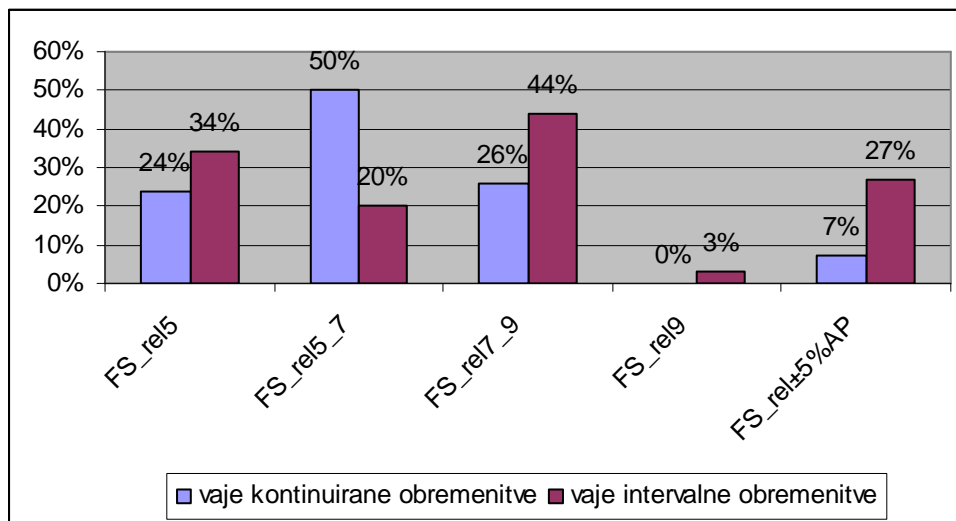
5.4 PRIMERJAVA VSEH OBRAVNAVANIH SPREMENLJIVK MED OBEMA TRENINGOMA



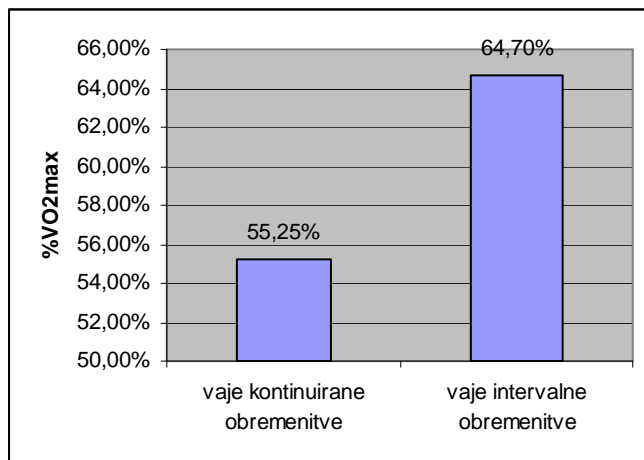
Grafikon 40: Primerjava povprečnih vrednosti frekvence srca, izraženih v absolutnih vrednostih, pri izvedbi dveh tipov treninga.



Grafikon 41: Primerjava vrednosti laktata pri dveh tipih treninga

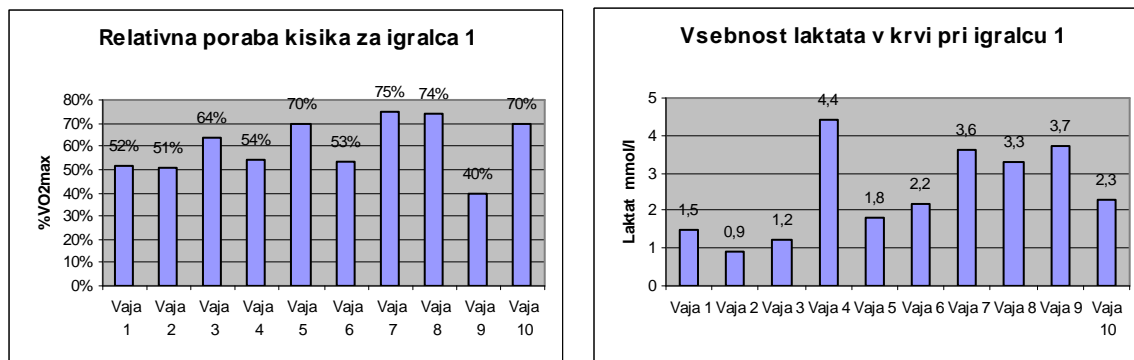


Grafikon 42: Primerjava povprečnih odstotkovnih deležev relativnega napora pri izvedbi dveh tipov treninga



Grafikon 43: Primerjava povprečnih vrednosti relativne porabe kisika pri izvedbi dveh tipov treninga

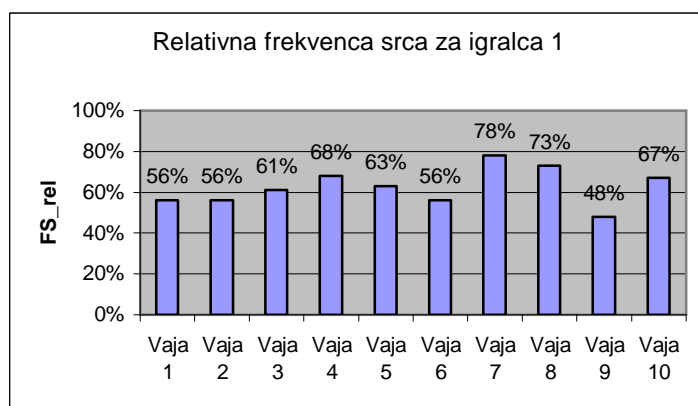
5.5 ANALIZA PORABE KISIKA, VREDNOSTI LAKTATA, RELATIVNE VREDNOSTI FREKVENCE SRCA PRI POSAMEZNI VAJI NA PRIMERU ENEGA IGRALCA



a)

b)

Grafikon 36, 37: a) Povprečne relativne vrednosti porabe kisika, izražene kot deleži maksimalne porabe kisika in b) vrednosti laktata v krvi, izmerjene takoj po izvedbi vaje.



Grafikon 38: Povprečne relativne vrednosti frekvence srca pri posamezni vaji.

Pri igralcu 1 smo imeli možnost merjenja porabe kisika tudi med izvajanjem vaj. Za interpretacijo rezultatov je potrebno vedeti, da je igralec 1 v laboratoriju dosegel svojo maksimalno porabo kisika, izraženo z absolutnimi vrednostmi pri 4776 ml/min in z

relativnimi vrednostmi pri 57.06 ml/min/kg. Laktatni prag je dosegel pri 3772 ml/min oz. 45.07 ml/min/kg, kar pomeni pri 79 % največje porabe kisika.

Maksimalno frekvenco srčnega utripa je dosegel pri 189 ud/min. Frekvenca srca v mirovanju pa je 46 ud/min. Laktatni prag je dosegel pri 162 ud/min, kar znaša približno pri 85 % FS_{max}.

Pri vajah 1, 2, 3, 4 lahko ugotovimo, da je povprečna poraba kisika med izvajanjem zelo nizka in se giblje med 52–64 % VO₂max (grafikon 36, 37a). Prav tako relativne frekvenca srca ne kažejo na velik napor pri igralcu 1 (grafikon 38). Vrednosti laktata so nizke, razen pri vaji 4, kjer količina preseže 4 mmol/l krvi.

Vaje 5, 7, 8, 10 so vaje, katere so igralcu 1 predstavljale največji napor. Poraba kisika se je gibala med 70 % in 75 % VO₂max (grafikon 36, 37a). Relativne vrednosti frekvence srca se gibljejo med 63 % in 78 % najvišje frekvence srca (grafikon 38). Vrednosti laktata pa so med 1,8 mmol/l in 3,6 mmol/l krvi.

6. RAZPRAVA

V fiziološkem laboratoriju smo s pomočjo testa na tekoči preprogi (protokol Nowacki) ugotavljali aerobne in anaerobne sposobnosti merjencev. Dobljeni podatki o fizioloških kazalcih napora, izmerjeni v laboratoriju, so nam predstavljali referenčne vrednosti frekvence srca za izračunavanje relativnih vrednosti frekvence srca med treningom. S pomočjo najvišje ter najnižje frekvence srca smo lahko izračunali posameznikovo relativno frekvenco srca v posameznem delu vaje (Ušaj, 1996), podatek o najvišji porabi kisika pa je dober pokazatelj aerobne zmogljivosti športnika (Wilmore in Costill, 2004).

Pri razlagi rezultatov napora smo morali biti previdni. Zavedamo se, da so lahko podatki spremenljivk napora, predvsem absolutnih vrednosti frekvence srca in laktata v krvi pri intervalnih obremenitvah, zavajajoči. Podatki o povprečnih absolutnih vrednostih frekvence v določenem delu lahko vodijo ne le v napačno razlago le-teh, ampak nam tudi z vidika dejanskega napora igralcev med tekmo, treningom ne povedo dosti (Cardinale, 2000). V tem primeru lahko podamo le grobo oceno napora, če primerjamo športnike med seboj, za katere predvidevamo ali pa vemo, da imajo podobne frekvence v mirovanju in največje frekvence srca (Ušaj, 1996).

Določanje intenzivnosti napora s pomočjo laktata v krvi velja samo za dolgotrajnejše in neprekinjene napore. Pri naporih, ki so kratkotrajnejši in se ponavljajo, pa razdelitev na nizko intenziven napor ($LA < 2$ mmol/l), srednje intenziven napor ($LA 2-4$ mmol/l), visoko intenziven napor ($LA > 4$ mmol/l) ne velja. Pri takšnih naporih laktat doseže vrednosti 15–24 mmol/l, in sicer zaradi drugačne kinetike (Ušaj, 1996).

V vseh dosegljivih raziskavah na področju rokometu, katerih predmet in problem so bile različne analize napora tako na treningih kot na tekmah (Bizjak, 2002; Burgar, 2000; Pori, 2001, 2003; Kastelic, 2005; Bon, 2001; Cardinale, 2000), so raziskovalci za zaznavo in oceno intenzivnosti napora uporabili frekvenco srca ali vsebnost laktata v krvi. Pri naši raziskavi pa smo poleg teh dveh načinov uporabili tudi merjenje porabe

kisika. Merjenje porabe kisika med treningom je zelo nerodno, saj je igralec zaradi aparature, katero nosi na hrbtu, delno omejen glede kontaktov in nekaterih gibanj. A dejstvo je, da smo kljub temu pri izvajanju vaj na treningu izmerili vrednosti porabe kisika in jih predstavili kot deleže povprečne porabe kisika glede na največjo porabo (%VO₂max).

Povprečne absolutne vrednosti frekvence srca so pokazale, da se pri treningu, sestavljenem iz vaj kontinuiranega značaja, pojavljajo vrednosti FS_abs, ki predstavljajo srednji napor (Dežman, 1999; Bon, 2001). Te vrednosti se gibljejo med 125 ud/min pri vaji 1 in 134 ud/min pri vaji 4. Tu je smiselno poudariti, da so vaje 1, 2, 3, 4 predstavljale celoten trening. Uvodni del sta predstavljali vaji 1, 2 in glavni del vaji 3, 4. Tako so igralci v uvodnem delu dosegli FS_abs 127 ud/min in v glavnem delu 134 ud/min.

Vrednosti laktata, izmerjene po vsaki vaji kontinuiranega tipa, prav tako kažejo na srednje intenzivni oz. aerobno-anaerobni napor (Ušaj, 1996). Analiza vrednosti laktata je pokazala, da se količina laktata pri igralcih ni bistveno povečala pri vajah 1, 2, 3 in je v povprečju znašala med 0,95 in 1,85 mmol/l krvi. Med vajo 1 in vajo 2 se je zaradi nizke intenzivnosti količina laktata celo zmanjšala. To je po vsej verjetnosti zaradi velike koncentracije kisika, ki je na razpolago v mišicah, in zato lahko pride do oksidacije mlečne kisline v CO₂ in H₂O (Škof, 1986). Vaja 4 je igralcem, izmed vseh vaj kontinuiranega tipa, po analizi vrednosti laktata predstavljala največji napor. Povprečna vrednost laktata je znašala 3,35 mmol/l krvi.

Iz analize povprečnih deležev relativnega napora našega vzorca je razvidno, da se je pri vajah 1, 2, 3 napor gibal med 50 in 70 % največjega napora (zmeren napor) (Bon, 2001). Pri vaji 1 je potrebno še omeniti, da je igralčeva relativna frekvenca srca kar 29 % časa bila v območju med 70 in 90 % največjega napora.

Igralci so znotraj tega deleža 15 % časa prebili v intervalu 5 % pod in 5 % nad relativnim anaerobnim pragom. Pri vaji 4 je najbolj zastopan delež FS_rel7_9 (velik napor), znotraj katerega je delež FS_rel±5%AP 11,75 %.

Analiza relativne porabe kisika za enega igralca, med izvajanjem kontinuiranega tipa vaj, prav tako kaže na nizek napor, ki ga je igralec doživljal med obremenitvijo. Pri vajah 1, 2, 4 je povprečna relativna poraba kisika znašala malo nad 50 % največje porabe kisika. Pri vaji 3 pa se je poraba kisika dvignila na 64 % največje porabe kisika.

Iz teorije treniranja vemo, da meja aerobnega napora seže nekje do 50 % največje porabe kisika (Ušaj, 1996). Pri intenzivnosti, ki presega ta napor, se namreč začenjajo dodatno aktivirati tudi anaerobni laktatni energijski procesi. Raziskave so pokazale, da za večino ljudi pomeni intenzivnost 50–90 % najvišje porabe kisika dražljaj, ki pomembno vpliva k izboljšanju aerobne kapacitete (Wilmore, Costill, 2004). To je intenzivnost aerobno-anaerobnega napora, ki presega laktatni prag, in sega do stopnje najvišje porabe kisika. S treningom, katerega intenzivnost presega stopnjo največje porabe kisika, vstopamo v območje anaerobno-aerobnega napora in anaerobnega napora, za katera so značilni anaerobni laktatni in anaerobni alaktatni energijski procesi.

Iz analize absolutnih vrednosti frekvence srca pri treningu, sestavljenem iz vaj ponavljajočih kratkotrajnih obremenitev (intervalna obremenitev), je razvidno, da so igralci ob izvajanju vaj doživljali srednji napor (Dežman, 1999; Bon, 2001). Povprečne vrednosti FS_abs so se gibale od 117 ud/min pri vaji 9 in do 152 ud/min pri vaji 7. Tudi pri tem tipu treninga so vaje 5, 6, 7, 8, 9, 10 predstavljale celoten trening. Vaji 5, 6 sta predstavljali uvodni del, vaje 7, 8, 9, 10 pa glavni del. Skupna povprečna vrednost absolutne frekvence srca za trening, sestavljen iz vaj intervalnih obremenitev, je znašala 135 ud/min.

Povprečna vrednost laktata je pri treningu s kratkotrajnimi obremenitvami malo višja in znaša 2,65 mmol/l. Najnižje vrednosti so bile zabeležene pri vaji 5, najvišje pa pri vaji 9.

Iz povprečnih deležev relativnega napora pri vajah kratkotrajne obremenitve je razvidno, da je bil najbolj zastopan delež relativne frekvence srca pod 50 % največjega napora in delež relativne frekvence srca med 70 in 90 % največjega napora. V območju 5 % pod in 5 % nad aerobnim pragom je delež dosegel kar 27 %. Iz primerjave prvega tipa

treninga in treninga kratkih ponavljajočih obremenitev vidimo, da se pri drugem tipu treninga dosega malo višji deleži relativne frekvence srčnega utripa, čeprav se najnižji delež FS_rel5 malo poveča na račun FS_rel5_7. To povečanje deleža $5\% \pm AP$ kaže na malo višji relativni napor, ki je bil dosežen pri intervalnem tipu treninga. Vendar se iz analize vidi, da vsaka vaja intervalnega tipa tudi ne zadošča obremenitvi, ki bi pomenila dovolj velik dražljaj za razvijanje aerobnih in anaerobnih sposobnosti rokometaša. Pri tem je potrebno omeniti, da je bila količina določena s strani rokometnega trenerja in jo je določil po občutku.

Analiza relativne porabe kisika pri intervalnem tipu treninga za enega igralca prav tako kaže na povečan napor v primerjavi s prvim tipom treninga. Vrednost, ki jo doseže igralec in predstavlja povprečje vseh vaj na prvem treningu, je $55,25\% \text{ VO}_2\text{max}$ in na drugem treningu $64,70\% \text{ VO}_2\text{max}$.

Potrebno je poudariti, da smo iz fizioloških spremenljivk, ki ponazarjajo aerobno sposobnost, ugotovili, da je nivo treniranosti igralca, pri katerem smo merili porabo kisika med treningom, na precej zavidljivem nivoju. Ta treniranost je seveda mišljena za tekmovalca v športnih igrah.

Ob pregledu analiz ni mogoče mimo dejstva, da sta ta dva treninga igralcem predstavljala precej nizek napor. Nizek napor lahko rečemo, če primerjamo napor, ki se doseže na rokometnih tekmah. Iz raziskav (Pori, 2003; Bon, 2001; Cardinale, 2000) lahko vidimo, da povprečne absolutne vrednosti frekvence srca na tekmah dosega vrednosti med 150–180 ud/min, najbolj zastopana raven relativnega napora je med 70 in 90 % največje frekvence srca, vrednosti laktata ne presegajo 5 mmol/l.

V raziskavah ni bilo mogoče zaslediti, da bi raziskovalci uspešno opravili tudi merjenje porabe kisika med tekmo. Vrednosti, ki smo jih zabeležili pri naši raziskavi, so nas opozorile, da je potrebna posebna pozornost pri določanju obremenitve na treningu. Posebej je potrebno poudariti, da se pri rokometni igri obremenitev ne more tako dosledno dozirati kot na primer pri cikličnih športnih panogah. Vendar je za razvoj

rokometnih sposobnosti, kljub drugačni praksi, načelo individualnega pristopa k procesu rokometnega treninga poglobitnega pomena.

Moje mnenje je, da je z vidika kondicijske priprave veliko bolj smotrna uporaba intervalnih metod treninga kot pa kontinuiranih metod. Kot je razvidno iz raziskav, ki so analizirale rokometne tekme (Pori, 2003; Bon, 2001; Cardinale, 2003), prihaja na tekmah do intervalne obremenitve. Če hoče rokometnaš dobro prenašati te obremenitve, je potrebno dobro delovanje kardiovaskularnega sistema. Velik vpliv na dobro delovanje kardiovaskularnega sistema pa imajo intervalne metode treninga. Raziskave so potrdile, da imajo kratkotrajne obremenitve s kratkimi vmesnimi odmori največji vpliv na aerobno moč. Produkti anaerobne razgradnje, ki se pojavljajo ob intenzivnih kratkih tekih, so močan stimulator dihalnih procesov, zaradi česar se poraba kisika močno poveča. Če intenzivnost tekov ni previsoka, se visoka poraba kisika stabilizira (Škof, 1986).

V raziskavi (Pori, Šibila, 2006) sta avtorja ugotovila, da igralci na tekmi v povprečju opravijo 620 m najintenzivnejših gibanj. Na analiziranih tekmah sta zabeležila v povprečju 80 gibanj nad 5,2 m/s (4. hitrostni razred), ki so bila v povprečju dolga 7,7 m. Ta raziskava nam že sama kaže na dejstvo, da če hočemo rokometnaša pripraviti na podobne obremenitve, ga bomo z vajami kontinuiranega značaja zelo težko.

Potrebno je poudariti, da z izbiro intervalnih metod treninga vplivamo tudi na primernejšo rekrutacijo mišičnih vlaken. Zaradi večje intenzivnosti, ki jo dosežemo z intervalno vadbo, se v gibanja vključuje večji delež mišičnih vlaken tipa 2. Razvoj tega tipa mišičnih vlaken pa je bolj primeren za igro rokometna kot razvoj mišičnih vlaken tipa 1. Prav tako se s povečano hitrostjo pri intervalnih tekih spremeni tudi tehnika teka, kjer je pomembno poudariti, da se skrajšujejo kontaktni časi v fazi opore in da so stopala postavljena na tla veliko bolj preko prstov kot pri počasnem teku. S tem načinom teka pa pomembno vplivamo tudi na razvoj mišic gležnja, na katere se pri treningu rokometna kar prevečkrat pozablja.

7. ZAKLJUČEK

Namen naloge je bil dognati, kateri energijski mehanizmi so prevladujoči v situacijskih rokometnih treningih dveh različnih tipov in kakšen napor doživljajo igralci pod tovrstnimi obremenitvami. Rokometne vaje, ki sestavljajo oba treninga, smo razdelili na vaje intervalnega in kontinuiranega značaja. Skozi meritve na treningu in meritve v fiziološkem laboratoriju smo spremljali frekvenco srca, vrednosti laktata in porabo kisika.

Vse vaje so bile sestavljene iz rokometnih elementov teka, zaustavljanja, spreminjanja smeri, skokov, različnih položajev in elementov lovljenja, podajanja žoge ter raznih strelav in preigravanj. Nekaterim smo dodali še nekatere obrambne elemente zaustavljanja in blokiranje strelav.

Opravljen analiza napora pri vajah kontinuiranega značaja in pri vajah kratkih ponavljajočih obremenitev je pokazala, da so igralci v povprečju dosegali višje vrednosti napora pri vajah kratkih ponavljajočih obremenitev.

Ugotovili smo naslednje:

- Absolutne vrednosti frekvence srca se pri vajah gibljejo med 117 ud/min in 152 ud/min. Najnižje povprečne vrednosti so igralci dosegli pri vajah 1, 2, 6, 9 in najvišje pri vajah 5, 7, 8. Povprečna vrednost absolutnih frekvenc srca pri treningu z vajami kontinuiranega značaja je 130 ud/min, povprečna vrednost absolutnih frekvenc srca pri treningu intervalnega značaja pa 136 ud/min.
- Najnižje vrednosti laktata so bile zabeležene pri vajah 2, 3 in najvišje pri vajah 4, 8, 10. Povprečna vrednost laktata pri prvem treningu – treningu kontinuiranega značaja – je 1,8 mmol/l, pri intervalni obremenitvi pa 2,65 mmol/l.
- Najnižji deleži relativne porabe kisika so bili izmerjeni pri vajah 1, 2, 6, 9. Najvišji deleži pa so pripadali vajam 4, 7, 8, 10. Pri treningu kontinuiranega značaja je

povprečni delež relativne porabe kisika znašal 55,25 % VO₂max, pri intervalnem treningu pa 64,7 % VO₂max.

- Analiza povprečnih deležev relativnega napora je pokazala, da so igralci pri vajah kontinuiranega tipa največ časa imeli frekvenco srca med 50 in 70 % največjega napora. Ta delež predstavlja 50 % časa izvedbe vaj. Pri vajah intervalnega značaja so igralci največ časa imeli frekvenco srca pod 50 % in med 70 in 90 % največjega napora. Skupaj sta predstavljal 77 % časa izvedbe vaj. Igralci so 27 % časa prebili v območju med 5 % pod in 5 % nad anaerobnim pragom.

Če povzamemo rezultate našega dela, lahko rečemo, da je trening kontinuiranega tipa predstavljal igralcem manjši napor kot trening intervalnega tipa. Rezultati kažejo, da so igralci pri kontinuiranih vajah komaj kdaj dosegli območje anaerobnega praga. Dozdeva se, da so igralcem vaje kontinuiranega tipa predstavljale nizko oz. srednje intenziven napor, pri katerem prevladujejo aerobni energijski procesi. Malo kdaj pa so jim predstavljale tudi aerobno-anaerobni napor, ki presega laktatni prag, a ne območja stacionarnega stanja.

Za vaje intervalnega tipa se dozdeva, da so za igralce predstavljale prav tako aerobni in aerobno-anaerobni napor. Razlika je v tem, da je delež aerobno-anaerobnega napora večji in da intenzivnost napora presega območje najvišjega stacionarnega stanja za vsebnost laktata v krvi in se približuje intenzivnosti najvišje porabe kisika. Pri tej intenzivnosti se še dodatno aktivirajo mišična vlakna tipa 2 (hitra) in moje mnenje je, da je to najnižja intenzivnost, ki jo mora trener rokometista doseči pri izvajanju treninga za razvoj aerobno-anaerobnih sposobnosti.

8. VIRI

1. Bezjak, S. (2002). Analiza frekvence srčnega utripa rokometašev na treningu. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
2. Boyer, R. (2005). Temelji biokemije. Študentska založba, Ljubljana.
3. Bon, M. (2001). Kvantificirano vrednotenje obremenitve in spremljanje frekvence srca igralcev rokometu med tekmo. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
4. Cardinale, M. (2000). Handball Performance: Physiological Considerations & Practical Approach for the Training Metabolic Aspects. (1. 4. 2002), <http://www.sportscoach-sci.com/>.
5. Cardinale, M. (2000). Special conditioning in team handball: Physiological demands of game-like drills. <http://www.sportscoach-sci.com/>.
6. Dežman, B. & Erčulj, F. (2000). Kondicijska priprava v košarki. Ljubljana: Inštitut za šport.
7. Dintiman, G. & Ward, B. (2003). Sports speed – 3rd edition. Human kinetics, USA.
8. Kastelic, P. (2005). Analiza frekvence srčnega utripa rokometašev na treningu. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
9. Lasan, M. (1996). Fiziologija športa – harmonija med delovanjem in mirovanjem. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
10. Pori, P. (1998). Analiza obremenitev rokometaša v fazi napada. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
11. Pori, P. (2001b). Analiza cikličnih obremenitev med rokometno tekmo pri igralcih, ki igrajo na različnih igralnih mestih v napadu. Magistrsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
12. Pori, P. (2003). Analiza obremenitev in navora krilnih igralcev v rokometu. Doktorsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
13. Šekoranja, M. (1986). Pomen in razvoj funkcionalnih sposobnosti pri rokometaših. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja, Fakulteta za telesno kulturo.

14. Šibila, M., Bon, M., Pori, P. (2006). Skripta za tečaj rokometnega trenerja - 2. stopnja. Ljubljana: Inštitut za šport.
15. Šibila, M., Bon, M., Pori, P. & Lasan, M. (1998). Analiza obremenitev rokometišev v fazi napada. *Trener rokomet*, 5(2), 57-72.
16. Škof, B. (1986). Določanje skupin tekačev na srednje in dolge proge na podlagi nekaterih motoričnih in biokemijskih spremenljivk. Magistrsko delo, Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja, Fakulteta za telesno kulturo.
17. Ušaj, A. (1990). Poskus uskladitve dveh konceptov anaerobnega praga pri testiranju vzdržljivosti tekačev. Doktorska disertacija, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za telesno kulturo.
18. Ušaj, A. (1996). Kratek pregled osnov športnega treniranja. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
19. Ušeničnik, M. (1994). Spremljanje učinkovitosti vadbenega procesa tekačev na srednje proge. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
20. Wilmore, J. H. & Costill, D. L. (2004). *Physiology of sport and exercise – 3rd edition*. Human kinetics, USA.