

GIMNAZIJA KRANJ

**RAZISKOVANJE VPLIVA AEROBNEGA IN
ANAEROBNEGA PLAVANJA NA SRČNI
UTRIP**

Področje: **Biologija**

Avtorica: **Zala Rauter**

Mentor: **Vanda Kukec, prof., Luka Berdajs**

Kranj, marec 2017

Povzetek

Športni trening sestavlja več komponent, izmed katerih je najpomembnejša načrtovanje vadbe. Intenzivnost in trajanje določene obremenitve v največji meri določata, kako se bo na vadbo odzvalo naše telo. Različni fiziološki parametri se tako glede na intenzivnost spreminjajo na različne načine. V svoji raziskovalni nalogi sem preučevala vpliv anaerobne in aerobne vadbe na srčni utrip pri plavalcih. S pomočjo con napora, ki se med seboj razlikujejo glede na parametre energijskih procesov med samo obremenitvijo in jih najpogosteje opredeljujemo s srčno frekvenco, sem izbrala 100m prosto kot anaerobni, ter 800m prosto, kot aerobni tip vadbe. Želela sem ugotoviti, če pri anaerobnem plavanju, kjer želi plavalec razviti čim višjo hitrost, srčni utrip res narašča linearno in če je pri aerobnem, bolj vzdržljivejšem plavanju srčni utrip ves čas enak. Poleg tega, sem želela izvedeti tudi, kako določen tip vadbe vpliva na umirjanje srčnega utripa po končanem naporu. S pomočjo pametne ure Polar V800 in pasu z merilnikom utripa sem tako plavalkam med plavanjem merila srčni utrip in rezultate grafično predstavila. Ugotovitve moje raziskovalne naloge so aplikativne na področju športnega treniranja in pripomorejo k načrtovanju vadbe saj rezultati prikazujejo kako dolgo plavalec lahko razvija maksimalno hitrost, ter koliko časa potrebuje, da ujame primeren tempo pri daljših disciplinah kot je 800m prosto.

Abstract:

Sport training is composed of several important components among which the planning of exercise is the most important one. The intensity and length of certain exertion are mainly responsible for how our body will react to given exercise. Depending on intensity in particular, several physiological parameters undergo different changes. In my exploration assignment I've studied the effect of anaerobic and aerobic exercise to heart-rate level in teenage swimmers. By introducing the zones of exertion (that differ in parameters of energy processes during the given exercise) in this exploration, I've chosen the 100m freestyle discipline as an anaerobic exertion task and 800m freestyle as an aerobic exertion task. I wanted to know, if in anaerobic swimming, where a swimmer is trying to develop maximum speed, the heart-rate really increases linearly and if in aerobic swimming that requires endurance, the heart rate is relatively constant. Furthermore, I was looking into the effects of anaerobic/aerobic exertion on heart-rate after the finished exertion. With the help of Polar V800 smart watch and a chest strap with heart-rate measuring device I've conducted several measurements in teenage swimmers of a local swimming club, and presented the results graphically. The findings of my exploration are applicable in the area of sports training in contribute to planning of trainings since they show how long can an athlete develop his/hers maximum speed in anaerobic exertions and how long does an athlete need catch the appropriate tempo in aerobic exertions.

Kazalo vsebine

Povzetek.....	2
Abstract:	3
1.1 Teoretično ozadje	5
1.2. Definicija obremenitve preko vadbenih tipov.....	5
1.3. Fiziološke in biokemične spremembe pri različnih vadbenih tipih	6
1.3.1. Aerobni napor.....	6
1.3.2 Anaerobni napor.....	6
1.4. Srčna mišica in obremenitev	6
1.5. Cone napora	7
1.6. Plavalne discipline	8
1.6.1. 100m prosto	8
1.6.2. 800m prosto	8
1.7. Definicija cilja in problema raziskovalne naloge	9
1.8. Raziskovalna vprašanja.....	9
1.9. Hipoteze in napovedi.....	9
1.9.1 Prva hipoteza in napoved	9
1.9.2. Druga hipoteza in napoved.....	9
1.9.3. Tretja hipoteza in napoved.....	9
1.9.4. Četrta hipoteza in napoved	10
2. Metodologija.....	10
2.1. Spremenljivke	10
2.1.1. Neodvisna spremenljivka	10
2.1.2. Odvisna spremenljivka.....	10
2.1.3. Kontrolirane spremenljivke	10
2.1.4. Ostale spremenljivke	11
2.2. Pripomočki in naprave	11
2.2.1. Uporaba Polar V800 in pripadajočega pasu z merilnikom srčnega utripa.....	11
2.3 Postopek meritev.....	12
2.3.1. Varnost.....	13
2.4. Metoda meritev.....	13
3. Analiza podatkov.....	14
3.1. Surovi kvantitativni podatki.....	14
3.2. Procesirani kvantitativni podatki.....	15
4. Zaključek.....	21
4.1. Analiza podatkov	21
4.2. Kritična ocena raziskovalne naloge.....	22
4.3. Aplikacija ugotovitev raziskovalne naloge	24
Literatura in viri	25
Priloge.....	26
Priloga 1: Pismo privoljenja	26

1. Uvod

1.1 Teoretično ozadje

Športna vadba je nenehno spreminjajoč se proces izpopolnjevanja, ki s skrbnim sistematičnem načrtovanjem in spremljanjem športnikovih tehničnih in kondicijskih veščin omogoča doseganje vrhunskih rezultatov na svojem področju. Proces vadbe je zasnovan na načelih in dognanjih različnih ved, ki z vsebino posegajo na področje vrhunskega športa (Ušaj, 1996). Izjemnega pomena je aktivna dvosmerna komunikacija med športnikom in trenerjem, ki slednjemu omogoča ustrezne povratne informacije za načrtovanje športne vadbe v prihodnosti. Ena izmed izredno uspešnih vrst nadzorovanja športnika v fazi treniranja, je preko fizioloških parametrov kot so srčni utrip, dihanje, pH vrednosti, vsebnostni mlečne kisline (laktata) v mišicah itd. Ocenjevanje in prilagajanje intenzitete treninga se dandanes vse pogostoje nadzorju preko srčne frekvence, ki nam prikazuje preko delitev con napora, prikazuje stopnjo fizičnega napora (Ušaj, 1996).

1.2. Definicija obremenitve preko vadbenih tipov

Obstaja več količin, s katerimi definiramo športno obremenitev. V športu, kot je plavanje, kjer je zmogljivost energijskih procesov tista, ki določa stopnjo športnega dosežka, se obremenitev definira preko različnih vadbenih tipov.

- **Tip A: aerobni napor** – napor nizke in srednje intenzitete, ki traja več kot 3 minute. Ta tip napora je primeren za treniranje kondicijske vzdržljivosti ter aerobni moči.
- **Tip B: anaerobni laktani napor** – napor visoke intenzitete, ki traja od 10 sekund pa do 2-3 minut. Poslužujejo se ga športniki za povečevanje anaerobne laktatne moči ter kapacitete in pa tudi pri povečevanju hitrostne vzdržljivosti.
- **Tip C: anaerobni alaktatni napor** – napor najvišje intenzitete, katere napor ne traja dlje od 10 sekund. Primeren je za razvijanje najvišje hitrosti ali hitrostne moči (Ušaj, 1996)

V tekmovalnem plavanju v poštev prideta le Tip A in Tip B. Nobena disciplina namreč ni krajša od desetih sekund, zato Tip C napora ni posvem relevanten pri tej raziskovalni nalogi. Ta bo zato zajemala le sprembe srčnega utipa pri prvih dveh tipih vadbenega napora.

Prikazani ključ določanja vadbenega tipa je dokaj preprost in zahteva natančnejšo opredelitev fizioloških parametrov za ustrezno načrtovanje športne vadbe. Vsak tip napora v tej shemi je zgolj opisen in zahteva različno količino treninga moči in kapacitete.

1.3. Fiziološke in biokemične spremembe pri različnih vadbenih tipih

1.3.1. Aerobni napor

Aerobni napor se nanaša na nizke do srednje intenzitete (v smislu hitrosti in moči) treninga, ki dosegajo do 50% največje porabe kisika. Ta napor uporablja dva tipa goriv; ogljikove hidrate (glukozo in glikogen) ter maščobe (glicerol in maščobne kisline). Glikoliza in oksidacija potekata s prisotnostjo kiska, zato se za proces imenuje anaerobni napor. Značilen je za daljše športe, ki zahtevajo vzdržljivost in ustaljen ritem ali tempo. Med omenjene športe spadajo maratonski teki, daljinsko plavanje (800 in več metrov) ter triatlon. Mišice vdržljivejših športnikov porabljajo v večji meri maščobe kot dragocene ogljikove hidrate, ki za svojo razgradnjo ne potrebujejo kisika (Ušaj, 1996)

1.3.2 Anaerobni napor

S povečano intenziteto in hitrostjo telesne aktivnosti, se proizvodnja mlečne kisline (laktata) poveča na cca. 2mmol/L. S tem je dosežen aerobni prag in športnik tako vstopi v napor tipa B – anaerobni napor. Mišice v tej fazi začnejo s pospešeno porabo ogljikovih hidratov. Razgradnja sladkorjev se nadaljuje brez prisotnosti kisika s čimer postane dihanje bolj izraženo. Tip B vadbenega napora je ustrezen za krajše in hitrejše discipline (tek do 800m in plavanje do 200m). Če športnik nadaljuje s hitrim in intenzivnim tempom dlje časa, bo nastajanje laktata dvignilo pH krvi, kar bo povzročilo denaturacijo encimov, ki sodelujejo v proizvodnji energije. Športnik bo v takem primeru občutil pekoče bolečino v mišicah, njegova intenzivnost in hitrost pa bosta začeli vidno upadati (Hočevar, 2013)

1.4. Srčna mišica in obremenitev

S povečano intenziteto in hitrostjo pa se ne spreminjata le pH in ventilacija. Leta 1982 je bil izpeljan Conconijev test, ki je pokazal, da srčni utrip pri intenziteti vadbe, narašča linearno s povečano hitrostjo. Kakšna je torej vloga srčne mišice pri različnih tipih športne vadbe?

Namen kardio-respiratornega sistema je dostavljanje ustrezne količine kisika do telesnih tkiv, vzdrževanje krvnega pretoka in odstranjevanje odvečnih substanc iz telesnih tkiv (npr. CO₂). Med povečano telesno aktivnostjo, kot so športni treningi ali tekmovanja, se potreba po kisiku v mišicah poveča za 15-25x od mirujočega stanja. Poveča pa se lahko je do VO_{2max} (najvišji nivo porabe kisika v telesnih tkivih) in povzroča kopico fizoliških sprememb, kot so povišani parametri krvnega tlaka, srčnega utripa in ventilacije. Z namenom, da bi zadostili potrebo po kisiku in energiji, kardio-vaskularni sistem poveča količino pretoka krvi v srcu. Tako lahko O₂ molekule dosežejo telesna tkiva hitreje (????). Ko potreba po kisiku preseže količino vnosa kisika v telo, molekule ATP začnejo nastajati brez kisika – prek anaerobnega dihanja. V tem procesu ATP molekule nastajajo preko mlečno-kislinskega vrenja, ki je ob enem tudi vzrok za pekoč občutek v mišicah (BioNinja, 2017).

1.5. Cone napora

Kot že omenjeno, srčni utrip je ena izmed lažje nadzorujočih fizioloških komponent v športu. S športno uro in senzorjem srčnega utripa (vključno s tistima uporabljenima v tej raziskovalni nalogi) športniki in njihovi trenerji nadzirajo srčni utrip med samimi treningi. Uvedba con napora v šport je omogočila lažje nadziranje športne vadbe. Razporejanje vadbenega časa v določene cone intenzivnosti je ena najpomembnejših nalog trenerja, pri načrtovanju treningov vrhunskih športnikov na letni ravni. Optimalna srčna frekvenca seveda ne obstaja, saj so vplivi vadbenih dražljajev individualno pogojeni. Na podlagi maksimalne srčne frekvence (SF_{max}) posameznika je tako osnovanih naslednjih pet con (Hočevar, 2013):

1. **Cona: Regeneracija** (55% do 70% SF_{max}) – Napor te cone je moč premagovati brez naprezanja. V krvi ni prisotnosti laktata, vsi procesi so aerobni. Aktivnost v tem območju pospešuje proces regeneracije mišic.
2. **Cona: Aerobna cona** (70 do 80% SF_{max}) – To je obremenitev lažjega napora, kjer prav tako vsi procesi potekajo v aerobnih pogojih in v krvi še vedno ni laktata. Vadba v tej coni krepi našo aerobno vzdržljivost.
3. **Cona: Cona laktatnega praga** (80% do 87% SF_{max}) – Napor v tej coni je zmeren, dihanje postane bolj izraženo. V krvi se začne

Tip A – aerobni napor

nabirati laktat vendar 99% energije še vedno doprinašajo aerobni procesi.

4. **Cona: Cona anaerobnega praga** (87% do 95% SF_{max}) – Nivo napora postane visok in intenziven. Telo začne porabljati ogljikove hidrate, v krvi se nabira vse več laktata. Aerobni procesi doprinašajo le še 90% energije.
5. **Cona: Cona maksimalnega napora** (nad 95% SF_{max}) – Napor postane izredno visok in intenziven. Nivo laktata se skozi vadbo povišuje do najvišje vrednosti. Aerobni procesi prispevajo le še 50% energije. V tej coni krepimo hitrost, hitrostno vzdržljivost ter moč.

Tip B – anaerobni napor, potencialno tudi Tip C

Ker se srčni utrip skozi različne tipe vadb povečuje in variira, se cone zgoraj nanašajo na najvišji dosežen srčni utrip med vadbo in ne povprečen.

1.6. Plavalne discipline

Nadzor srčnega utripa pri treningih plavanja je v zadnjem času postal zelo razširjen v plavanju. Poslužujejo se ga tako vrhunski plavalci kot tudi rekreativni. Raziskovalna naloga bo proučevala srčni utrip pri dveh plavalnih disciplinah glede v kater tip vadbe in cono napora se uvrščata.

1.6.1. 100m prosto

Ta disciplina je v plavanju poznana kot kraljevska. Uvrščamo jo v anaerobni tip vadbe, kajti hitrost in intenzivnost sta izredno visoki ves čas plavanja. Ob enem ta disciplina spada v 4. cono napora.

1.6.2. 800m prosto

Ta disciplina se uvršča skorajda v daljinsko plavanje. Je izredno naporna disciplina saj je med plavanjem potrebno vzdrževati konstanten visok tempo plavanja. Uvrščamo jo v aerobno vadbo, saj intenzitete in hitrosti nista tako ključnega pomena kot vzdržljivost. Disciplina se uvršča v 3. cono napora, kjer je dihanje že bolj izražanje vendar energijo še vedno v večini doprinašajo aerobni procesi.

1.7. Definicija cilja in problema raziskovalne naloge

Eden izmed pomembnejših ciljev te raziskovalne naloge je doprinos k ustreznem načrtovanju treningov vrhunskih športnikov glede na njihov srčni utrip, ki definira cone navora. Pomemben cilj dolgoročnega načrtovanja treningov je namreč sestavljanje optimalne kombinacije obremenitev. Conconijev test je pokazal v kakšni odvisnosti sta hitrost in srčni utrip športnikov. Sama pa sem se bolj poglobila v trend naraščanja in upadanja srčnega utripa pri/po dveh različnih tipih vadb: anaerobni in aerobni. Odločila sem se, da bom ta trend spremljala pri aktivnih plavalcih, saj sem tudi sama zelo dolgo trenirala plavanje. Rezultati te raziskovalne naloge so tako nadgradili moje prejšnje znanje o treningih plavanje. Z namenom, da bi dobila kar se da natančne podatke, sem plavalke prosila, če lahko 100 in 800m prosto odplavajo s tekmovalnim tempom.

1.8. Raziskovalna vprašanja

Raziskovalna naloga temelji na štirih ključnih raziskovalnih vprašanjih:

1. Na kateri točki med samim plavanjem je dosežen najvišji srčni utrip?
2. Kakšna je razlika v naraščanju srčnega utripa pri aerobni (800m prosto) in anaerobni disciplini (100m prosto)?
3. Kakšna je razlika pri upadanju srčnega utripa po odplavani aerobni (800m prosto) ali anaerobni disciplini (100m prosto)?

1.9. Hipoteze in napovedi

1.9.1 Prva hipoteza in napoved

Najvišji srčni utrip bo dosežen na koncu posamezne discipline oz. ob trenutku, ko bo plavalca priplavala v cilj. Če bo srčni utrip dosegel najvišjo vrednost ob zaključku navora bo hipoteza podprta.

1.9.2. Druga hipoteza in napoved

Hipoteza bo podprta, če bo srčni utrip pri disciplini 100m prosto naraščal hitro in linearno vse od starta do cilja.

1.9.3. Tretja hipoteza in napoved

Hipoteza bo podprta, če bo srčni utrip pri disciplini 800m prosto sprva naraščal linearno a počasneje kot pri 100m prosto. Srčni utrip se bo po določeni distanci uravnal, ostal relativno konstanten in se ne bo bistveno spreminjal.

1.9.4. Četrta hipoteza in napoved

Hipoteza bo sprejeta, če bo srčni utrip upadel hitreje po anaerobni disciplini 100m prosto saj bo povprečen srčni utrip med plavanjem višji pri aerobni disciplini 800m prosto.

2. Metodologija

2.1. Spremenljivke

2.1.1. Neodvisna spremenljivka

- Tip vadbe in dolžina discipline
 - 100m prosto (anaerobna disciplina)
 - 800m prosto (aerobna disciplina)

2.1.2. Odvisna spremenljivka

- Srčni utrip (u/min)

2.1.3. Kontrolirane spremenljivke

- Število ponovitev: Meritve so bile za vsako disciplino opravljene trikrat.
- Čas v tednu: Meritve so bile opravljene v četrkih, petkih in sobotah. Ti dnevi simulirajo čas v tednu, kjer ponavadi potekajo tekmovanja.
- Izkušnje v plavanju: Vse plavalke sodelujoče v meritvah se s plavanjem aktivno ukvarjajo že najmanj 6 let kar pomeni, da so že izkušene s plavanjem na tekmovanjih.
- Pripravljalno obdobje plavalk: Meritve so bile opravljene v času tekmovalnega obdobja, kar pomeni, da so bile v odlični telesni pripravljenosti za izvedene meritve.
- Specializacija: Plavalke, ki so sodelovale v meritvah so bile specializirane za prosti slog. V tem slogu so bile v državnem merilu tudi najvišje uvrščene.
- Dolžina bazena: Meritve so bile opravljene v 50 meterskem bazenu v katerem plavalke vedno tudi trenirajo in tekmujejo.
- Temperatura vode: Temperatura vode je bila konstantna pri 27-28°C, kot pri vseh ostalih standardiziranih olimpijskih bazenih.
- Število plavalcev na progi: Z namenom, da bi simulirale tekmovalno plavanje, so plavalke na meritvah plavale individualno na praznih plavalnih stezah.

- Lokacija meritev: Meritve so bile opravljene na notranjem olimpijskem bazenu Kranj. Notranji bazeni so redne lokacije plavalnih tekmovanj.
- Intervali merjenja: Srčni utrip plavalk pri disciplini 100m prosto je bil zabeležen vsakih 5m in pri disciplini 800m prosto vsakih 25m.
- Startna pozicija: Plavalke plavanja niso začele s štartnega bloka, kot je običajno za plavalna tekmovanja temveč iz vode, saj bi lahko hiter prehod iz bloka v vodo zmotil signal med merilnikom srčnega utripa ter uro.

2.1.4. Ostale spremenljivke

- Starost plavalk: Plavalke sodelujoče v meritvah so bile stare med 13 in 18 let. Vsem plavalkam so bila plavalna tekmovanja že domača in so se zato znale motivirati za dober nastop tudi na teh meritvah.
- Dnevna pripravljenost plavalk: Na dobljene rezultate bi posredno lahko vplivala tudi počutje plavalk na določen dan meritev. Lahko bi na njihov nastop vplival stres ali pa bi bile preprosto utrujene od šole in prejšnjih treningov. Težko je reči, da je bila ta spremenljivka kontrolirana a je pomembno upoštevati to dejstvo pri analizi rezultatov.

2.2. Pripomočki in naprave

- Ura Polar V800
- Pas z merilnikom srčnega utripa
- Štoparica
- Računalnik



Slika 1: Slika ure Polar V800 in pasu z merilnikom srčnega utripa

2.2.1. Uporaba Polar V800 in pripadajočega pasu z merilnikom srčnega utripa

Polar V800 je naprava, ki nadzoruje srčni utrip in jo uporabljajo športniki iz različnih področij. Njen namen je presteči signal pasu z merilnikom srčnega utripa (ki si ga športnik pripne okoli prsnega koša, čim bližje srcu) in prikazati srčni utrip. Poleg merjenja srčnega utripa, ta ura meri tudi porabljene kalorije, služi kot štoparica za merjenje vadbenih intervalov ali pa kot GPS, ki meri športnikovo opravljeno razdaljo med

aktivnostjo. To napravo sem izbrala, ker ima možnost dolgoročnega shranjevanja izmerjenih parametrov med samo vadbo. S priključitvijo naprave na aplikacijo Polar Flow na računalniku, iz izmerjenih podatkov nastane tabela, ki prikazuje srčni utrip in opravljeno razdaljo za vsako sekundo od vključitve te ure dalje. Tako bo npr. za dve minuti vadbe dostavila 120 podatkov o srčnem utripu (za vsako sekundo vadbe en podatek o srčnem utripu). S takim načinom se pridobijo ogromne količine podatkov (še posebj za 800m prosto, kjer plavanje traja dobrih 9-10 minut). Za lažjo primerjavo podatkov med obema disciplinama, sem se odločila, da bom pri 100m prosto upoštevala srčni utrip na vsakih 5m in pri disciplini 800m prosto vsakih 25m.

Polar V800 dostavlja podatke o srčnem utripu (u/min) in o razdalji (m) zaokrožene na celo število. Tehnične specifikacije ure dopuščajo mersko napako ± 0.02 pri merjenju razdalje in ± 1 u/min pri merjenju srčnega utripa v mirujočem stanju. Ker specifikacije ne definirajo napake v aktivnem vadbenem stanju, bo merska napaka ± 1 u/min uporabljena tako za mirujoče kot za aktivno stanje (Polar, 2017).

2.3 Postopek meritev

Meritve so se izvajale v novembru in decembru 2016 na Olimpijskem bazenu Kranj. Med prvo in drugo meritvijo je minilo štirinajst dni, med drugo in tretjo pa enaindvajset dni. Meritve so potekale med 18:00 in 20:00 v četrkih in petkih ter med 7:00 in 9:00 ob sobotah. Vse plavalke sodelujoče pri meritvah so bile članice PK Triglav. Zaradi lažje namestitve pasu z merilnikom srčnega utripa sem se po posvetu s trenerji omenjenega kluba odločila, da bodo pri meritvah sodelovala le dekleta. Merilnik srčnega utripa lahko dekleta namestijo pod kopalke, in tako preprečijo, da bi med plavanjem zdrsnili.

Da bi bili rezultati konstantni, je pri vseh treh meritvah sodelovalo istih osem plavalk. Pred začetkom prvih meritev je bilo plavalkam ustno pojasnjen cilj in namen meritev ter njihove pravice med opravljanjem teh meritev. Po opravljenih meritvah jim je bilo v podpis dano pismo privoljenja¹, s katerim so plavalke potrdile prostovoljno sodelovanje pri meritvah.

Ena meritev je obsegala 16 posamičnih merjenj – vsaka plavalka je morala odplavati 100m in 800m prosto. Na voljo je bila le ena Polar V800 ura pas z merilnikom srčnega utripa, zato je

¹ Glej prilogo 1

bilo vsako disciplino potrebo meriti posamično – vsako plavalko za vsako disciplino posebaj. Ker so bile meritve časovno zelo obsežne je bila ena meritev izpeljana v obdobju treh dni. Vsak prvi dan meritev, torej v četrtek, je vseh osem plavalk posamično odplavalo 100m prosto. Vsak drugi in tretji dan meritev (petek in sobota) pa so plavalke posamično odplavale 800m prosto (vsak dan 4 plavalke). Med čakanjem na svoj nastop oz svojo meritev, so se plavalke ogrevale v vodi in na suhem, po navodilih svojega trenerja.

Časi, srčni utrip in odplavane razdalje so se avtomatsko zabeležile v Polar V800. Ko sem po končanih meritvah Polar V800 sinhronizirala s programom Polar Flow na računalniku, sem si v tabelah lahko ogledala pridobljene meritve.

2.3.1. Varnost

V primeru slabosti ali izčrpanosti plavalk, je bil na bazenu vedno prioten reševalec iz vode ter najmanj trije trenerji plavanja.

2.4. Metoda meritev

- Plavalke so se najprej ogrele (tako na suhem kot v vodi). Med čakanjem na svoj nastop (na meritev) so v počasnem tempu plavale na sosednji progi, da bi ostale ogrete.
- Naključno je bila izbrana prva plavalka, ki bo začela z plavanjem
- Plavalki se je okoli prsnega koša tesno namestil pas z merilnikom srčnega utripa. Na roko so si namestile uro Polar V800.
- Plavalka je nato skočila v vodo in vključila uro in počakala 30 sekund preden je začela s plavanjem, da se je srčni utrip umiril in da se je med uro in merilnikom utripa vzpostavila ustrezna povezava.
- Plavalka je po 30 sekundah začela s plavanjem v tekmovalnem tempu. Čas plavanja se je meril (in beležil) s štoparico pri vsaki plavalki zgolj zaradi lažje analize podatkov (da se je vedelo kdaj se je plavanje začelo in kdaj končalo – kdaj opazovati upadanje srčnega utripa po končanem plavanju)
- Po končanem plavanju je plavalka počakala v vodi še eno minuto, da je merilnik srčnega utripa lahko zabeležil upadanje srčnega utripa.

- Isti postopek je bil nato ponovljen za vsako plavalcko pri vsaki disciplini

3. Analiza podatkov

3.1. Surovi kvantitativni podatki

Tabela 1: Ta tabela prikazuje podatke o srčnem utripu (na vsakih 5m) pri plavalcki A v prvi meritvi discipline 100m prosto. Nakazuje način pridobivanja podatkov iz ure Polar V800 in njenih tabel.

Plavalcka A		
Meritev	Razdalja ($\pm 0.02\text{m}$)	Srčni utrip ($\pm 1\text{u}/\text{min}$)
1	0.00	117
	5.00	121
	10.00	133
	15.00	138
	20.00	143
	25.00	147
	30.00	147
	35.00	163
	40.00	166
	45.00	166
	50.00	167
	55.00	165
	60.00	164
	65.00	166
	70.00	166
	75.00	166
	80.00	166
	85.00	167
	90.00	169
	95.00	168
100.00	169	

Podatki so bili pridobljeni na isti način za vseh osem plavalk v obeh disciplinah skozi vse tri meritve (pri 800m prosto je bil utrip zabeležen za vsakih 25m plavanja).

3.2. Procesirani kvantitativni podatki

Povprečen srčni utrip v naslednjih tabelah je bil izračunan preko formule $X_{povprečen} = \frac{x_1+x_2+x_3 \dots + x_n}{n}$. Vsi surovi podatki so bili zaokroženi na celo število medtem ko so vse povprečne vrednosti zaokrožene na dve decimalni mesti. All raw heart-rate values are rounded to a whole number but average values were rounded to two decimal places..

Tabela 2: Ta tabela predstavlja začetni in končni srčni utrip vseh plavalk (označene so kot A, B, C...) pri vseh treh meritvah za obe disciplini (100m prosto in 800m prosto). Vključuje tudi povprečne vrednosti začetnega in končnega srčnega utripa za vsako posamezno meritev ter za vse meritve skupaj.

Začetni srčni utrip (± 1 u/min) pri 100m prosto										
Meritev	A	B	C	D	E	F	G	H	Povprečna vrednost	Celotno povprečje
1	117	105	116	129	122	115	123	114	117,63	119,25
2	125	106	122	128	133	125	113	121	121,63	
3	118	98	120	142	119	119	113	119	118,50	
Končni srčni utrip (± 1 u/min) pri 100m prosto										
1	169	179	194	186	184	184	188	167	181,38	183,29
2	169	185	200	188	187	180	180	182	183,88	
3	172	181	202	195	179	192	182	174	184,63	
Začetni srčni utrip (± 1 u/min) pri 800m prosto										
1	126	118	118	123	110	112	116	117	117,50	119,96
2	122	112	132	119	108	124	119	113	118,63	
3	125	108	123	132	131	147	111	113	123,75	
Končni srčni utrip (± 1 u/min) pri 800m prosto										
1	198	189	180	190	183	181	198	163	185,25	180,33
2	175	165	185	179	185	174	180	165	176,00	
3	177	162	199	186	188	179	186	161	179,75	

Tabela 3: Ta tabela prikazuje razliko med končnim in začetnim srčnim utripom za vseh osem plavalk (označene kot A, B, C...). Podatki so bili pridobljeni z odštevanjem začetnega srčnega utripa od končnega srčnega utripa vsake plavalke pri obeh disciplinah (100m prosto in 800m prosto).

Dvig srčnega utripa med disciplino 100m prosto												
Meritev	A	B	C	D	E	F	G	H	Povprečje (± 1 u/min)	Celotno povprečje (± 1 u/min)	Povprečni procentualni dvig srčnega utripa	
1	52	74	78	57	62	69	65	53	63,75	64,79	54,33%	
2	44	79	78	60	54	55	67	61	62,25			
3	54	83	82	71	60	73	69	55	68,38			
Dvig srčnega utripa med disciplino 800m prosto												
1	72	71	62	67	76	68	82	45	67,88	60,13	50,13%	
2	53	53	53	60	77	50	61	52	57,38			
3	52	54	76	54	57	32	69	47	55,13			

Tabela 4: Tabela prikazuje srčnega utripa miuto po končanih disciplinah (100m prosto in 800m prosto) za vse plavalke (označene kot A, B, C...) za vse tri meritve.

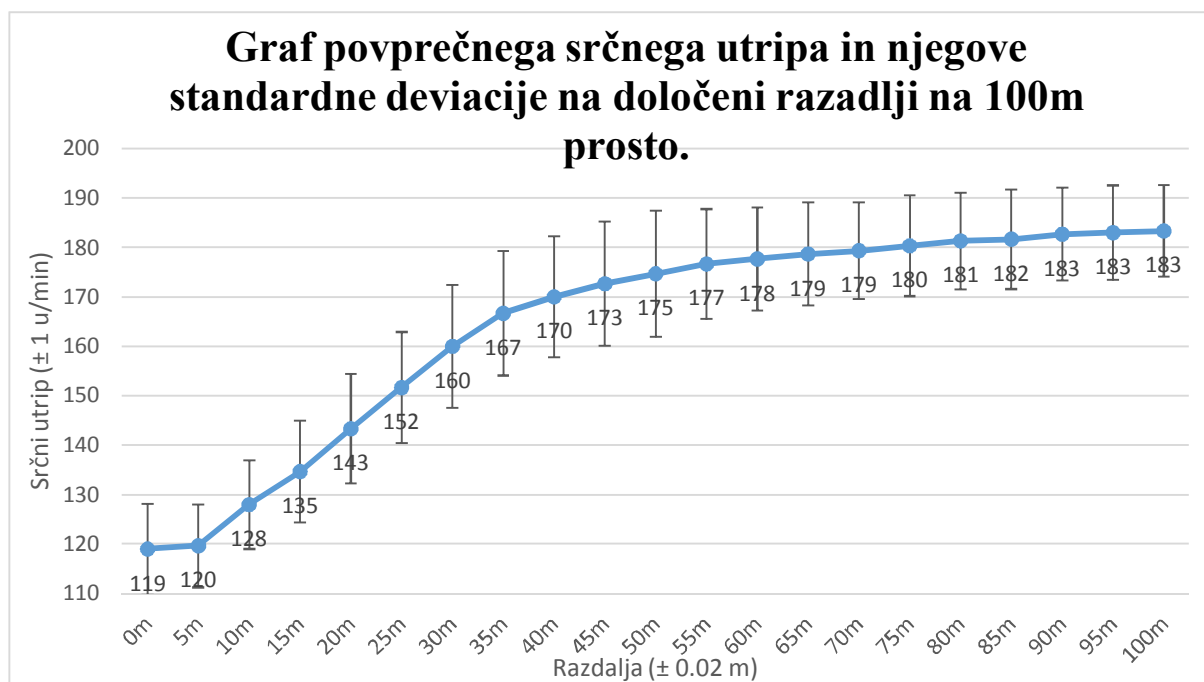
Srčni utrip (± 1 u/min) minuto po končanem plavanju 100m prosto										
Meritev	A	B	C	D	E	F	G	H	Povprečje (± 1 u/min)	
1	97	133	120	154	114	122	116	134	123,63	
2	99	108	132	145	103	121	99	143		
3	125	111	136	161	117	136	121	120		
Srčni utrip (± 1 u/min) minuto po končanem plavanju 800m prosto										
1	137	134	109	133	119	138	136	116	127,17	
2	131	96	124	131	134	122	123	108		
3	129	137	124	137	144	133	142	115		

Tabela 5: Tabla prikazuje upad srčnega utripa v minuti po ko končanih obeh disciplinah (100m in 800m prosto) za vsako plavalko (označene kot A, B, C...). ti podatki so bili pridobljeni z odštevnjem vrednosti srčnega utripa po eni minuti od zaključka plavanja od vrednosti srčnega utripa takoj ob zaključku plavanja. Vključuje tudi procentualni padeč vrednosti srčnega utripa od zaključnega.

Padeč srčnega utripa (± 1 u/min) v minuti od zaključka 100m prosto											
Meritev	A	B	C	D	E	F	G	H	Povprečje	Celotno povprečje	Procentualni padeč srčnega utripa
1	72	46	74	32	70	62	72	33	57,63	59,67	32,56%
2	70	77	68	43	84	59	81	39	65,13		
3	47	70	66	34	62	56	61	54	56,25		
Padeč srčnega utripa (± 1 u/min) v minuti od zaključka 800m prosto											
1	61	55	71	57	64	43	62	47	57,50	53,17	29,48%
2	44	69	61	48	51	52	57	57	54,88		
3	48	25	75	49	44	46	44	46	47,13		

Tabela 6: Tabela predstavlja povprečne vrednosti srčnega utripa na vsakih 5m v disciplini 100m prosto za vseh osem plavalk v vseh treh merjenjih.

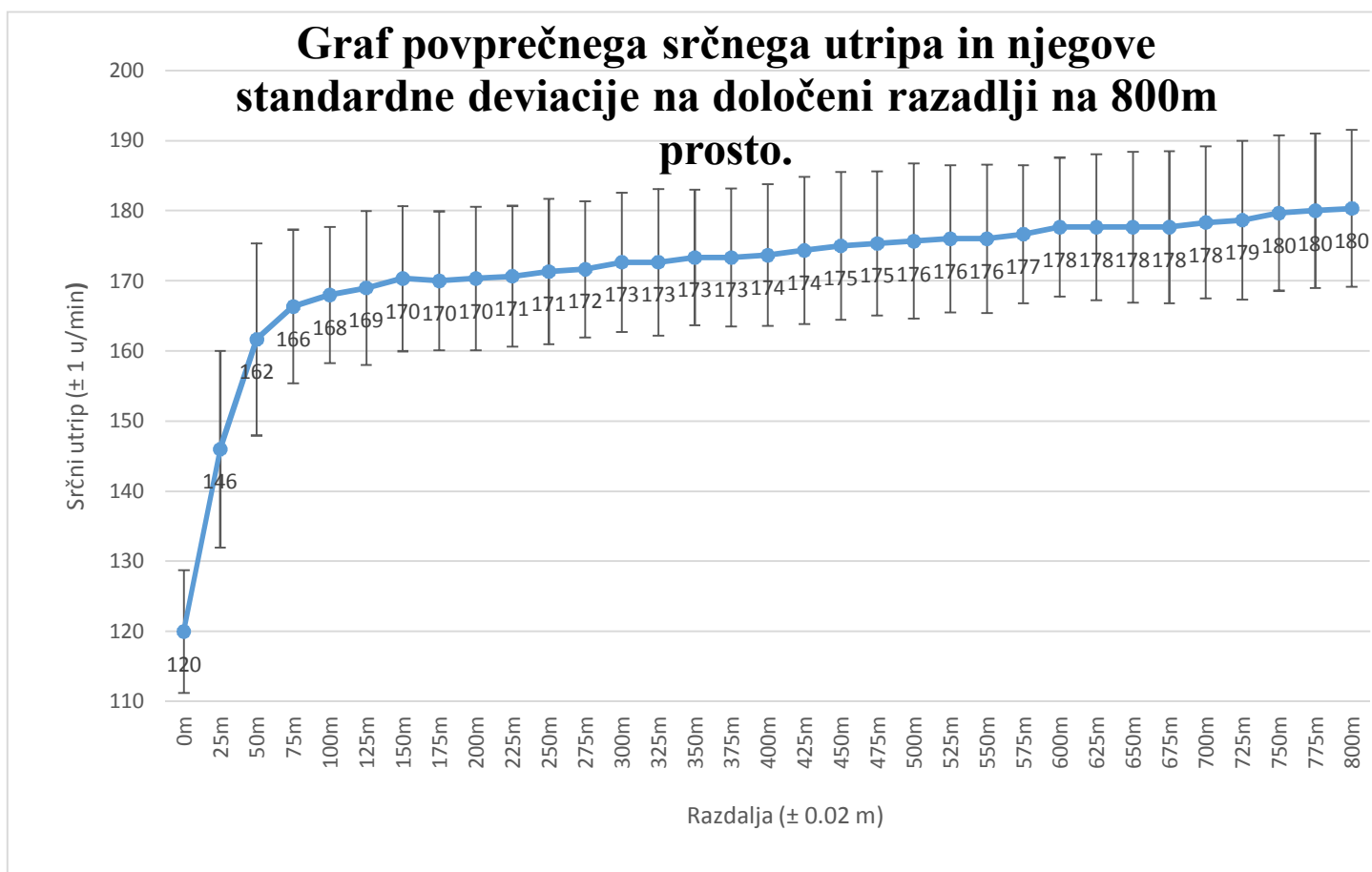
Meritev	Razdalja v metrih ($\pm 0.02\text{m}$)	Povprečni srčni utrip ($\pm 1 \text{ u/min}$)	Povprečje ($\pm 1 \text{ bpm}$)
1,2 in 3	0,00	119	166
	5,00, 10,00, 15,00, 20,00	120,128,135,143	
	25,00, 30,00, 35,00, 40,00	152,160,167,170	
	45,00, 50,00, 55,00, 60,00	173,175,177,178	
	65,00, 70,00, 75,00, 80,00	179,179,180,181	
	85,00, 90,00, 95,00, 100,00	182, 183,183,183	



Graf 1: Graf predstavlja povprečne vrednosti srčnega utripa na določeni distanci med 100m prosto. Prikazuje trend naraščanja srčnega utripa skozi celotno anaerobno vadbo. Podatki so zaokroženi na celo število in so povprečne vrednosti vseh treh merjenj za 100m prosto pri vseh plavalkah. Horizontalna os predstavlja razdalje, kjer je bil beležen srčni utrip, vertikalna os pa predstavlja vrednosti srčnega utripa. Graf s standardnimi deviacijami je bil narejen s programom Microsoft Excel.

Tabela 7: Tabela predstavlja povprečne vrednosti srčnega utripa na vsakih 25m v disciplini 800m prosto za vseh osem plavalk v vseh treh merjenjih.

Meritev	Razdalja v metrih ($\pm 0,02m$)	Povprečen srčni utrip ($\pm 1 \text{ u/min}$)	Povprečje ($\pm 1 \text{ u/min}$)
1, 2 in 3	0,00	120	171
	25,00, 50,00, 75,00, 100,00	146,162,166,168	
	125,00, 150,00, 275,00, 200,00	169, 170, 170, 170	
	225,00, 250,00, 275,00, 300,00	171, 171, 172, 173	
	325,00, 350,00, 375,00, 400,00	173, 173, 173, 174	
	425,00, 450,00, 475,00, 500,00	174, 175, 175, 176	
	525,00, 550,00, 575,00, 600,00	176, 176, 177, 178	
	625,00, 650,00, 675,00, 700,00	178, 178,178, 178	
	725,00, 750,00, 775,00, 800,00	179, 180, 180, 180	



Graf 2: Graf predstavlja povprečne vrednosti srčnega utripa na določeni distanci med 800m prosto. Prikazuje trend naraščanja srčnega utripa skozi celotno aerobno vadbo. Podatki so

zaokroženi na celo število in so povprečne vrednosti vseh treh merjenj za 800m prosto pri vseh plavalkah. Horizontalna os predstavlja razdalje, kjer je bil beležen srčni utrip, vertikalna os pa predstavlja vrednosti srčnega utripa. Graf s standardnimi deviacijami je bil narejen s programom Microsoft Excel

4. Zaključek

4.1. Analiza podatkov

Rezultati meritev nakazujejo razliko med naraščanjem srčnega utripa pri anaerobnem in aerobnim naporom. Podobne vrednosti začetnega srčnega utripa (prikazane v Tabeli 2) jasno kažejo, da so plavalke začele plavanje s približno istim srčnim utripom in so zato vse spremembe srčnega utripa med samim plavanjem lahko le rezultat različnih tipov vadbe – aerobne in anaerobne.

Graf 1 prikazuje naraščanje srčnega utripa med anaerobno disciplino 100m prosto. Utrip narašča skozi celoten čas plavanja in zato delno podpira hipotezo 2. Kljub temu, pa srčni utrip ni naraščal linearno torej ves čas z isto hitrostjo. V prvi polovici razdalje je srčni utrip narasel povprečno kar za 55 u/min od začetnega srčnega utripa. V drugi polovici pa je srčni utrip še vedno naraščal vendar veliko počasneje – narasel je le za 8u/min v povprečju. Ti podatki torej ne podpirajo hipoteze in napovedi 1.

Rezultati tabel 6 in 7 ter grafov 1 in 2 ne podpirajo hipoteze 2, saj najvišji srčni utrip med vadbo ni dosežen na koncu (kot je napovedovala hipoteza) temveč tik pred koncem plavanja. Tabela 6 in graf 1 nakazujeta, da je pri anaerobni disciplini 100m prosto, najvišji srčni utrip dosežen 10m pred ciljem, kar znaša zadnjih 20% razdalje, medtem ko tabela 7 in graf 2 nakazujeta, da je bil najvišji srčni utrip pri aerobni disciplini dosežen 75m pred ciljem, kar znača cca 9% razdalje.

Meritve grafa 3 prikazujejo naraščanje srčnega utripa pri aerobni disciplini 800m prosto in podpirajo hipotezo št. 3. Srčni utrip v skladu s predvidevanji resnično narašča skozi celotno razdaljo plavanja. Najvišji dvig srčnega utripa se tako zgodi v prvih 150-175m te razdalje (kar je približno ena petina razdalje oz 20% trajanja tega napora), kjer se le-ta dvigne za 50 u/min v povprečju (od začetnega utripa). Na tej razdalji se utrip počasi ustali in postane konstanten skoraj do konca, vendar ne neha naraščati. Med 150m in 800m srčni utrip tako naraste le še za 10 u/min v povprečju (od tistega na 150m). Ker je utrip tako zelo dolgo časa konstanten in relativno visok, je tudi povprečen srčni utrip aerobne vadbe višji, saj ga dlje časa držimo na visokem nivoju. V primerjavi z anaerobno disciplino 100m prosto, kjer kjer se koeficient grafa naraščanja srčnega utripa zmanjša šele na polovici razdalje, se pri aerobni

disciplini 800m prosto to zgodi že na četrtini. Najvišji dosežen srčni utrip ni presegel tistega pri 100m prosto, kar nakazuje, da je pri daljših aerobnih naporih potreba po kisiku manjša in srce nima potrebe po hitrejšem bitju ter da je pri aerobnih vadbah bolj kot hitrost in moč potrebna aerobna vzdržljivost – zmožnost relativno hitrega plavanja (ali relativno intenzivne vadbe) dlje časa. Za vzdrževanje tako visokega srčnega utripa je potreben reden aeroben trening vzdržljivosti v coni napora št. 3.

Hipoteza o upadanju srčnega utripa po končani aerobni ali anaerobni vadbi (hipoteza in napoved št. 4) je bila podprta s podatki iz tabele 5. Ta nakazuje, da je bil upad srčnega utripa večji po anaerobni disciplini 100m prosto in sicer kar za 6.5 u/min ali 3.08% v povprečju. S tem podpirajo teorijo, da aerobni napor, kot je disciplina 800m prosto predstavlja večjo obremenitev za srčno mišico, ki tudi po končanem plavanju še vedno bije zelo hitro. Res je tudi, da je bil povprečni srčni utrip med plavanjem višji kot tisti na 100m prosto in da je bila aerobna disciplina kar 8x daljša od anaerobne torej je bilo srce obremenjeno dlje časa. Relativno intenzivni in dolgi aerobni napor namreč krepijo predstavljajo dolgotrajno obremenitev srca a dolgoročno povzročajo vzdržljivost srca in mišic. Ker dosežen srčni utrip ni tako visok kot pri 100m prosto, telo še vedno zagotavlja energijo prek aerobnih procesov – v prisotnosti kisika. Učinki take vadbe izboljšajo kontrakcijo mišičnih vlaken kar omogoča športnikom moč in vzdržljivost za daljše aerobne napore (Ušaj, 1997).

4.2. Kritična ocena raziskovalne naloge

Proces meritev je bil dokaj zahteven. Težave so nastale pri zapenjanju pasu z merilnikom srčnega utripa, ki ga je bilo potrebno ustrezno nastaviti glede na prsni obseg plavalk. Če pas ni bil dovolj zategnjen ali pa merilnik ni bil tik ob srcu, merjenje ni bilo natančno in naprava srčnega utripa sploh ni beležila. To težavo sem zasledila na poskusni meritvi in sem bila pri vseh testnih meritvah zelo pozorna, da je bil pas ustrezno nameščen. Pomembno pri analizi podatkov je, da upoštevamo dejstvo, da je Polar V800 ura, ki deluje preko brezžične povezave in jo zato hitro lahko zmoti signal druge ure oz podobne naprave v bližini. Netatančni podatki so lahko tudi posledica dejstva, da so se meritve izvajale v vodi kjer bi nenehno premikanje ure iz in v vodo (ko plavalec naredi zaveslaj). Natančnost te ure običajno ni merjena v vodi, zato je napaka pri merjenju razdalje in srčnega utripa verjetno večja kot navedeno v specifikacijah. To pomankljivost je moč odpraviti z bolj natančno uro, ki je

prilagojena prav vodnim aktivnostim in ima v ta namen izboljšan signal in povezavo med uro ter merilnikom utripa. Uporabljeno uro je priporočil prodajalec specializirane trgovine za športne pripomočke in je bila najboljša dostopna izbira za opravljanje meritev te vrste.

Drugi pomemben aspekt meritev, ki bi lahko vplival na ugotovitve te raziskovalne naloge je kombinacija plavalcev in izbranih disciplin. Izbrane plavalke so bile resda po uspešnosti najvišje uvrščene v prostem slogu vendar so bile specializirane le za krajše discipline kot je 100m prosto ali daljše discipline kot je 800m. Plavalcem je namreč v navadi, da so boljši v krajših ALI daljših disciplinah in zato temu primerno tudi trenirajo. Tisti, ki so bolj navajeni aerobnih treningov in so boljši v daljših in bolj vzdržljivejših disciplinah bi tako pokazali bolj realističen srčni utrip med samo razdaljo saj so dodobra spoznani tudi s taktično platjo te discipline. Za kar najbolj realistične rezultate bi tako za vsako razdaljo morali vzeti le temu specializirane plavalce. Tudi večji vzorec plavalcev (vsaj 30), ki se razlikujejo po najvišjih in najnižjih vrednostih srčnega utripa med vadbo ter v nihanjih med tema dvema vrednostima bi bil koristen pri aplikaciji ugotovitev te raziskovalne naloge na širšo populacijo plavalcev. Ob enem bi bila koristna raziskava tudi na drugih športnih področjih, kot so tek, kolesarjenje,...

Če povzamem, bolj zanesljivi podatki bi zahtevali večji vzorec športnikov (in ne samo plavalk) tudi z drugih področjih, kjer bi vsak tip vadbe (anaeroben ali aeroben) zastopal za to specializiran športnik. Meritve v glavnem niso pokazale velikih razlik v nihanju srčnega utripa med plavalci razen pri plavalkama C in D, ki sta pri vseh meritvah dokaj hitro dosegle relativno visok srčni utrip, ki ni vidno vplival na povprečne vrednosti.

4.3. Aplikacija ugotovitev raziskovalne naloge

Opravljena raziskovalna naloga nudi koristne podatke in ugotovitve tako za trenerje kot za športnike. Aplikacija teh ugotovitev je najprimernejša pri načrtovanju treningov, saj imata anaerobna in aerobna vadba različne učinke na športnike in njihovo fizično pripravljenost na tekmovanjih. Glede na to, kdaj je dosežen maksimalen pulz, bi lahko izračunali, koliko energijskih rezerv ima športnik še v tistem trenutku in kje bi taktično lahko nastop izpeljal/a bolje. Srčni utrip je med drugim tudi pomemben pokazatelj pripravljenosti ali izčrpanosti in prenatreniranosti telesa, zato je nadzor le-tega ključen del treninga in regeneracije.

Z nadziranjem srčnega utripa trenerji namreč veliko lažje nadzirajo količine želene vadbe v pripravljanem obdobju, ki pripeljejo do vrhunskih rezultatov. Fiziološki parametri so znanstveno veliko bolj zanesljivi kot le verbalna komunikacija med športnikom in trenerjem. A kombinacija nadzora fizioloških parametrov ter pogovora ustvarjata odlične pogoje za ustrezno dvosmerno komunikacijo, ki zagotavlja doseganje zelenih vrhunskih rezultatov.

Literatura in viri

BioNinja. 2017. "Effect of exercise" [ONLINE]. Available at: <http://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-6-human-physiology/64-gas-exchange/effect-of-exercise.html> [Accessed 1 March 2017]

Hočevar, G. (2013) *Ustvarjen za gibanje*. Mengeš: Ciceron.

Ohara, C. (2009). *The Cardio-Respiratory System and Exercise - Muscle Mentors*. [ONLINE] Musclementors.com. Available at: <http://www.musclementors.com/the-cardio-respiratory-system-and-exercise/> [Accessed 12 Mar. 2017].

Palermo, E. (2017). *The Best Fitness Trackers for Swimmers*. [ONLINE] Live Science. Available at: <http://www.livescience.com/50192-best-swim-trackers.html> [Accessed 8 Mar. 2017].

Polar. 2017. "V800 Technical specifications". [ONLINE]. Available at: http://support.polar.com/e_manuals/V800/Polar_V800_user_manual_English/Content/Technical_Specification.htm [Accessed 8 March 2017].

Ušaj, A. (1997) *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Priloge

Priloga 1: Pismo privoljenja

MERJENJE SRČNEGA UTRIPA PRI NAJSTNICAH

Prosim označite kvadratek za trditvijo, ki vam je bila ustno predstavljena pred začetkom meritev:

Namen raziskovalne naloge

Preiskovanje razlik med srčnim utripom pri anaerobnih in aerobnih plavalnih disciplinah pri najstnicah.

Vaše sodelovanje pri raziskovalni nalogi:

Po standardnem ogrevanju na suhem in v bazenu vam bomo okoli prsnega koša namestili pas z merilcem utripa ter na desno roko še uro, ki bo prek signala prejemala te meritve. Vsak prvi dan meritev boste odplavali 100m prosto v tekmovalnem tempu, nato pa vsak drugi dan meritev še 800m prosto prav tako v tekmovalnem tempu. V sklopu raziskovalne naloge bodo opravljene 3 meritve, torej boste odplavali skupno trikrat 100m prosto in trikrat 800m prosto. Med posameznimi meritvami bo minilo približno 14 dni.

Tveganja:

Pri merjenjih ste boste soočali z večjim telesnimi napori, podobnimi tistim na plavalnih tekmovanjih. Med plavanjem ali po končanem plavanju bo morebiti prišlo do hitrejšega in težjega dihanja ter morda tudi do pekoče bolečine v mišicah, kot posledica anaerobnega napora.

Zaupnost podatkov

Vaši podatki strogo zaupni zato bodo vaša imena izključena iz raziskovalne naloge – navajali vas bomo kot plavalec 1, plavalec 2...

Sodelovanje

Vaše sodelovanje pri raziskovalni nalogi je prostovoljno. Od sodelovanja lahko odstopite kadarkoli. Kot sodelujoči pri raziskovalni nalogi ste upravičeni do dostopa do vaših podatkov in ugotovitev raziskovalne naloge.

Ime in priimek:

S podpisom soglašam, da so odgovori navedeni zgoraj resnični.

Datum:

Podpis odgovorne osebe :
