

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
KINEZIOLOŠKI FAKULTET

PULS, LAKTATI, MAKSIMALNI PRIMITAK KISIKA

Martin Papišta

Zagreb, Prosinac 2013.



SADRŽAJ:

1. UVOD.....	str 2
2. PULS.....	str 3-5
3. LAKTATI.....	str 5-6
4. LAKTATI I TESTIRANJE.....	str 7-9
5. MAKSIMALNI PRIMITAK KISIKA.....	str 10-12
6. LITERATURA.....	str. 13

1. UVOD:

Puls i laktati su fiziološki pokazatelji koji nam služe za kontrolu treniranosti i sportske forme. Imajući kontrolu nad pulsom i laktatima kineziolog može kvalitetnije voditi trenažni proces, spriječiti pretreniranost i podtreniranost te lakše i jednostavnije tempirati formu za upravo onaj dio sezone u kojem bi ona trebala biti na najvišoj razini.

Maksimalni primitak kisika je uz anaerobni prag najčešće korišten parametar u sportskoj diagnostici. To je ona količina kisika koju organizam može potrošiti u jednoj minuti.

2. PULS

Puls ili bilo je niz tlačnih valova u arterijama sustavnog krvotoka, nastalih potiskivanjem krvi kontrakcijama lijeve srčane klijetke. Puls, odnosno njegova frekvencija je visoko povezan sa razinom tjelesne aktivnosti, te se kao takav koristi u treningu radi kontrole trenažnog procesa.

Frekvencija srca je broj srčanih ciklusa u jednoj minuti. Lijeva i desna strana srca (ventrikuli) kontrahiraju se istovremeno i računaju se kao jedan otkucaj srca. Lijeva strana srca puni se krvlju iz pluća i to tijekom pauze između 2 otkucaja. Kada se srce kontrahira, tada izbacuje u krvotok tu krv, bogatu kisikom koja putuje do mišića. Desni ventrikul puni se krvlju koja se vraća iz mišića (venska krv) te kontrakcijom srca ta krv sa ugljikovim dioksidom odlazi u pluća.

Puls u mirovanju kod netrenirane osobe iznosi između 60 i 80 otkucaja u minuti i smanjuje se starenjem. Sportaši u mirovanju imaju nižu frekvenciju srca, između 30 i 50 otkucaja u minuti, ponekada i nižu. To znači da treningom dolazi do smanjenja frekvencije srca u mirovanju. Do toga dolazi, jer treningom srce hipertrofira i dolazi do povećanja udarnog volumena. Stoga, srce nema potrebu za većom frekvencijom srca, pošto istu količinu krvi je sposobno izbaciti manjim brojem otkucaja. Za mjerenje frekvencije srca u mirovanju preporuča se vrijeme odmah nakon buđenja kada je tijelo odmorno. Potrebno je mjeriti 60s, a najjednostavnije je palpatorno na karotidnoj arteriji. Jutarnji puls može se koristiti za kontrolu funkcionalne pretreniranosti. Za to je potrebno mjeriti frekvenciju srca u mirovanju svakog jutra i pratiti odstupanja od najniže frekvencije srca. U slučaju da je puls u mirovanju 12-13 i više otkucaja viši u odnosu na najnižu frekvenciju srca u mirovanju potrebno je taj dan trenirati smanjenim intenzitetom, odnosno provesti dan oporavka, pošto je tijelo u stanju akutne pretreniranosti.

Povećani broj otkucaja u mirovanju nazivamo tahikardija, a smanjeni broj otkucaja bradikardijom.

Maksimalna frekvencija srca se također smanjuje s godinama i na nju se ne može utjecati treningom. Maksimalna frekvencija srca se počinje smanjivati u prosjeku nakon 10. do 15. godine života i u prosjeku se svake godine smanjuje za 1 otkucaj. Maksimalna frekvencija srca se može procijeniti kao razlika 220 – godine života. Potrebno je naglasiti da se ovaj način procjenjivanja maksimalne frekvencije srca može koristiti samo u području rekreacije, a da vrhunski sport zahtjeva preciznije mjerenje maksimalne frekvencije srca. Maksimalna frekvencija srca se može kod sportaša odrediti primjerice u trčanju progresivnim testom na traci, a kod plivača plivanjem nekoliko kraćih dionica (100m) sa malom pauzom maksimalnim intenzitetom.

Ukoliko na treningu sportaš ima viši puls nego uobičajno ili ako se umara, a ne može podići puls kao uobičajno možemo zaključiti da je umoran.

Pomoću maksimalne frekvencije srca moguće je odrediti pulsne zone opterećenja pomoću kojih se lakše kontrolira trenažni proces, iako je točnije pulsne zone odrediti postotkom od anaerobnog praga.

Prema raznim autorima postoji različiti broj pulsni zona, no treneru je najbitnije da mu omogućuju kontrolu nad trenažnim procesom. Najčešće treneri na treninzima rade između sa 4 do 6 pulsni zona.

Zone opterećenja:

1. zona ili zona regeneracije- to je pulsna zona u kojoj se provode regeneracijski treninzi, početna aktivacija na početku treninga (rasplivavanje) ili relaksacija na kraju treninga s ciljem ubrzanja oporavka. (isplivavanje). Frekvencija srca do 60% F_{smax} (maksimalne frekvencije srca)

2. zona ili zona ekstenzivnog aerobnog treninga- to je pulsna zona u kojoj se provode dugi aerobni treninzi s ciljem razvoja izdržljivosti i povećanja udarnog volumena srca. Frekvencija srca od 60% do 70% od F_{smax}.

3. zona ili zona intenzivnog aerobnog treninga 1- to je pulsna zona u kojoj se frekvencija srca kreće od 70 do 80% od F_{smax}. Režim rada je još uvijek aerobni, te je pogodan primjerice za privikavanje srca da radi najvećim mogućim udarnim volumenom pri većoj frekvenciji srca. Vrlo često se koristi u treningu kombinacija Z2 i Z3 upravo radi privikavanja srca na tu radnju.

4. zona ili zona praga- frekvencija srca između 80 i 88% od F_{smax}, kod vrhunskih sportaša i preko 90% od FS max-a. U ovoj pulsnoj zoni radi se na povećanju anaerobnog praga, odnosno razvijanju sposobnosti da tijelo pri što većem intenzitetu radi većinski u aerobnom režimu rada.

5. zona ili zona maksimalnog primitka kisika- frekvencija srca preko 90% od FS-max-a. Radom u ovoj pulsnoj zoni tijelo izvršava prilagodbu na stres povećanjem maksimalnog primitka kisika. Za takav režim rada koriste se dionice u trajanju najčešće 3 do 5 minuta i 4 do 6 ponavljanja sa pauzom između radnih intervala približno jednakom kao i sam rad (omjer 1:1). (primjer 4×400 ili 5×300m) Ponekada se koriste i kraće dionice a veći broj ponavljanja (10×100m ili 6×200m)- za sport plivanje.

Primjer pulsni zona opterećenja:

<i>Zone intenziteta - TRČANJE</i>	<i>FS (bpm) i brzina trčanja (km/h) – 04/2011</i>
<i>Regeneracijska zona:</i>	<i><127 (<9,5 km/h)</i>
<i>Zona ekstenzivnog aerobnog treninga:</i>	<i>127 – 150 (9,5 – 12,0 km/h)</i>
<i>Zona intenzivnog aer. treninga 1:</i>	<i>150 – 162 (12,0 – 14,0 km/h)</i>
<i>Zona intenzivnog aer. treninga 2 - zona praga:</i>	<i>162 – 168 (14,0 – 15,5 km/h)</i>
<i>Zona maksimalnog primitka kisika:</i>	<i>>168 (>15,5 km/h)</i>

<i>Zone intenziteta</i>	<i>%FS_{max}</i>
<i>Regeneracijska zona:</i>	<i><60%</i>
<i>Zona ekstenzivnog aerobnog treninga:</i>	<i>60% – 70%</i>
<i>Zona intenzivnog aer. treninga 1a:</i>	<i>70%-80%</i>
<i>Zona intenzivnog aer. treninga 2 zona praga:</i>	<i>80-88%</i>
<i>Zona maksimalnog primitka kisika:</i>	<i>>89%</i>

Za trening po pulsним zonama uputnoj je koristiti pulsmetar nego palpatorno kontrolirati zonu opterećenja. Tada je moguće trening prebaciti na kompjuteru te detaljnije analizirati u kojem djelu treninga je sportaš bio u kojoj pulsnoj zoni.



Pulsmetar- uređaj za mjerenje frekvencije srca u sportu

3. LAKTATI:

Anaerobna razgradnja glukoze u svrhu dobivanja energije rezultira stvaranjem metabolita mliječne kiseline, tj laktata koji su neophodni nusproizvod. Laktati nastaju anaerobnom glikolizom, odnosno razgradnjom ugljikohidrata u citoplazmi stanice do pirogroždane kiseline. Kada pirogroždena kiselina nebi prelazila u mliječnu, došlo bi do njenog nakupljanja što bi usporilo ili potpuno zaustavilo daljnju razgradnju ugljikohidrata. Prema (B. Matković i L. Ružić, 2009) ovaj mehanizam dobivanja energije rezultira padom pH krvi (normalan pH 7,4) i porastom koncentracije H⁺ iona jer mliječna kiselina prelazi iz mišića u krv. Pad pH prati zakiseljenje organizma koje organizam tumači kao bol ili umor.

Efektivni trening program zahtjeva efikasno i vrijednosno praćenje trenažnog procesa kako bi trener mogao imati uvid da li njegov sportaš napreduje ili ne, te zašto ne napreduje ukoliko do toga dođe. Kontrola treninga uz pomoć krvne kontrole laktata je najpreciznija i najbolja metoda za praćenje treninga sportaše sa strane trenera. U protivnom, ako se ne posjeduje laktatomjer kvalitetna kontrola se može postići praćenjem frekvencije srca ili treniranjem standardiziranih plivačkih setova

1970-ih Dr. Alois Mader počinje koristiti laktatno testiranje kao alternativu testiranju potrošnje kisika, što je do danas najbolja metoda za praćenje efekata treninga u plivanju. Kada se provede testiranje laktata u krvi jednog sportaša puno se može naučiti o njegovom reagiranju na trening, čak iako on u treningu uopće ne koristi laktatomjer.

Laktati u krvi se testiraju jer povećanje laktata u krvi je u vrlo visokoj korelaciji sa porastom mliječne kiseline u mišićima. Većina mliječne kiseline stvorene tijekom tjelesne aktivnosti difundira i prenosi se iz mišića u krv. Potrebno je objasniti pojam laktatnog praga. To je najbrža brzina pri kojoj količina laktata koja uđe u krv i količina laktata koja izađe iz krvi ostane u balansu. Ta brzina je najbrža brzina pri kojoj plivač može plivati, a da ne dolazi do daljnjeg nakupljanja mliječne kiseline u mišićima.

Ukoliko koncentracija laktata u krvi s vremenom se smanji, to znači da se je došlo do manje produkcije laktata u mišićima, da više mliječne kiseline difundira iz mišića nego što se stvara ili da je došlo do kombinacije, odnosno do unapređenja oba mehanizma. Ukoliko s vremenom dođe do povećanja laktata u krvi pri plivanju istim intenzitetom možemo zaključiti da je došlo do detoracije sposobnosti aerobnog metabolizma i da se više mliječne kiseline nakuplja u mišićima. Nekoliko istraživanja je pokazalo da je kontrola treninga uz pomoć analize laktata u krvi najvrijednija do koncentracija od 5mmol/L (Jacobs and Kaiser 1982, Jorfeldt, Julin-Dannfelt, and Karlsson 1978; Robergers i suradnici 1989). Naime, rezultati ukazuju da je rapidno povećanje laktata u krvi nakon 4-5mmol/L zapravo mnogo brže i da akumulacija laktata u mišićima pri većem intenzitetu se puno više povećava u mišićima nego li u krvi. Međutim, na treningu lako možemo uvidjeti kada je sportaš „prošao“ anaerobni prag.

Mjerenje laktata direktno iz mišića bilo bi točnije od mjerenja laktata iz krvi, posebno za treninge tolerancije na laktate i produkcije laktata. Međutim, postupak nije praktičan, jer zahtjeva vađenje mišićnog tkiva tijekom odmora od radnog intervala. To tkivo je potrebno odmah zamrznuti i tek kasnije alalizirati. Također postupak je vrlo skup, te se ne primjenjuje

u treningu. Zbog tog razloga mjerenja laktata u krvi je najbolji i najprecizniji postupak za kontrolu aerobnih i anaerobnih metabolizma u stanici tijekom tjelesne aktivnosti.

3.1 LAKTATI I TESTIRANJE:

Laktatno testiranje se provodi kako bi se kvalitetnije u treningu kontrolirala opterećenja. U testu s laktatima moguće je odrediti aerobni prag, anaerobni prag, maksimalnu koncentraciju laktata u krvi i nagib laktatne krivulje.

Aerobni prag se na laktatnoj krivulji nalazi tamo gdje se vidi prvi prijelaz (eng. first breakpoint) Aerobni prag se može interpretirati kao minimalna brzina koja će poboljšati aerobnu izdržljivost. Najčešće se za aerobni prag uzima prvo povećanje laktata u testiranju nakon razine laktata koja je izmjerena u mirovanju.

Anaerobni prag se na laktatnoj krivulji može interpretirati na mnoge načine prema različitim autorima. Prema (Pfitzinger i Freedson 1988.) postoji korelacija između 0.96 i 0.97 između tvrdnje da je anaerobni prag 1mmol/L iznad aerobnog praga i ostalih načina određivanja praga. Prema (Roeckeru i sur. 1998) postoji korelacija od 0.88 do 0.91 između tvrdnje da je laktatni prag 1.5mmol/L viši od aerobnog praga i ostalih načina određivanja laktatnog praga.

Metoda D-max je metoda kojom se u kordinatni sustav odnosa laktata u krvi i brzine ucrtala laktatna krivulja. Zatim se povuče crta koja spaja količinu laktata u mirovanju i maksimalnu količinu laktata. Na mjestu gdje je „slovo D“ najšire, odnosno gdje je luk najveći nalazi se laktatni anaerobni prag.

Primjer testa s laktatima:

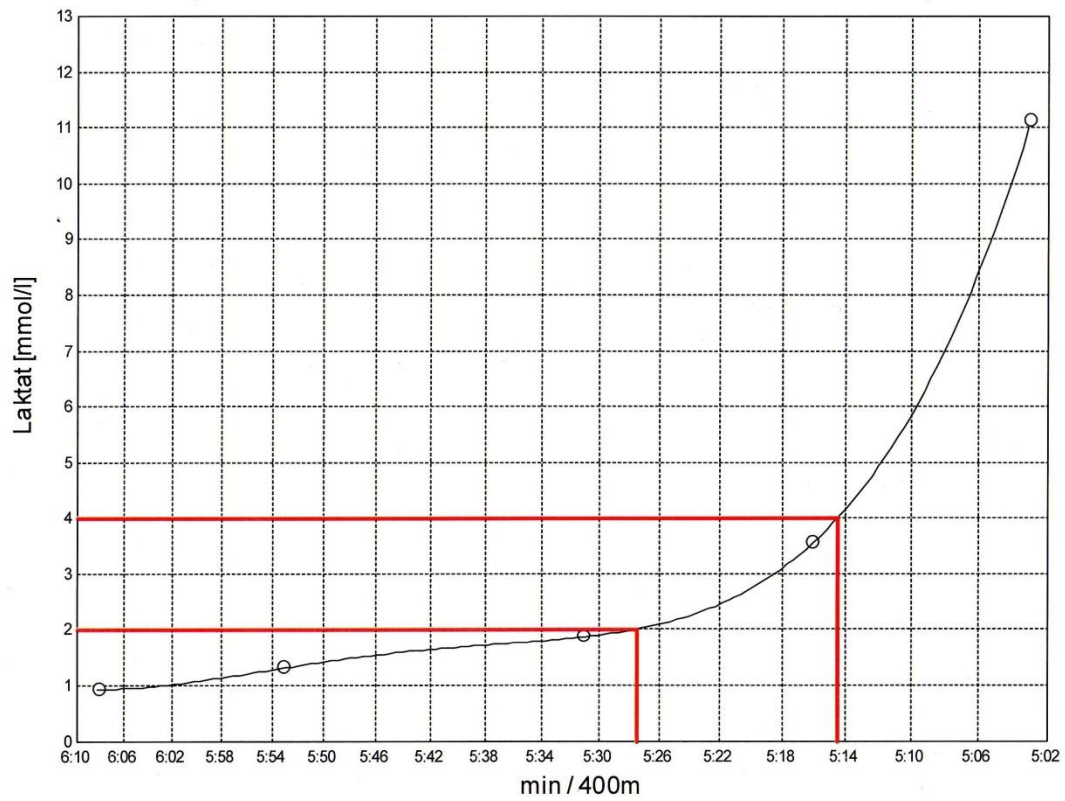
Progresivni test 5×400m s pauzom između intervala 5min.

Prva 400-tka se pliva lagano, a svaka sljedeća 12s brže. Peta 400-tka se pliva maksimalnim tempom. Nakon svake dionice se vade laktati te se kasnije nacrtala laktatna krivulja.

Grafik:

Name: Vilic Sara

Datum: 17.01.2013



Institut für medizinische und sportwissenschaftliche Beratung

A-2344 Maria Enzersdorf, Johann-Steinböck-Str. 5 · Tel +43 2236 229 28 · Fax +43 2236 418 77

**Untersuchung:**

Name:	Vilic Sara	GebDat:	29.03.1992
Masse [kg]:		Datum:	17.01.2013
Sportart:	Triathlon	Testleiter:	Barbara Wolfschluckner
Periode:	Vorbereitung	Leistungskategorie:	Kader
Trainer:		Belastungstyp:	Schwimm-Schwellentest
Ort:	IMSB	Stufendauer:	400m
Bemerkung:	Vorlaktat: 1,58 mmol/L		

gemessene Werte:

Belastung [min / 400m]	Laktat [mmol/l]	3. Min	6. Min	10. Min
6:08	0,93			
5:53	1,31			
5:31	1,86			
5:16	3,56	2,93		
5:03	11,13	9,63	11,13	10,17

Tabellarische Aufstellung:

Laktat [mmol/l]	Belastung [min / 400m]	Belastung [m/s]	Belastung [km/h]	Hf [1/min]	VO ₂ [ml/min]	VO ₂ [ml/kg/min]	VO ₂ [%]
1,00	6:02	1,10	3,97	-	-		
1,50	5:47	1,15	4,15	-	-		
2,00	5:27	1,22	4,40	-	-		
2,50	5:21	1,24	4,48	-	-		
3,00	5:18	1,26	4,52	-	-		
3,50	5:16	1,26	4,55	-	-		
4,00	5:14	1,27	4,58	-	-		
4,50	5:13	1,28	4,60	-	-		
5,00	5:11	1,28	4,62	-	-		
5,50	5:10	1,29	4,63	-	-		
6,00	5:09	1,29	4,65	-	-		

Schwellen/Maximalwerte:

Schwelle	Belastung [min / 400m]	Belastung [m/s]	Belastung [km/h]	Laktat [mmol/l]	Hf [1/min]	VO ₂ [ml/min]	VO ₂ [ml/kg/min]	VO ₂ [%]
AS	5:27	1,22	4,40	2,00	-	-		
ANS	5:14	1,27	4,58	4,00	-	-		
Maximal	5:03	1,32	4,75	11,13				

4. MAKSIMALNI PRIMITAK KISIKA (VO₂MAX)

Maksimalni primitak kisika je najveća količina kisika koju osoba može udahnuti tijekom 1 minute. Postoji vrlo visoka korelacija između maksimalnog primitka kisika i izvedbe u sportovima koji zahtjevaju visoku razinu izdržljivosti.

Maksimalni primitak kisika se može izmjeriti tijekom ponavljajućih intervala koji se ponavljaju sve brže i brže, dok se ne postigne plato pri kojem povećanje brzine ne povećava i primitak kisika. To znači da nije potrebno trčati maksimalnom brzinom ili plivati maksimalnim tempom da bi sportaš razvijao maksimalnog primitka kisika. Naime, pri maksimalnim naporima sportaš koristi i anaerobni metabolizam, no on dovodi do nakupljanja mliječne kiseline i iona vodika pa takva aktivnost može trajati vrlo kratko, a zatim sposobnosti organizma opadaju. Tijekom mirovanja primitak kisika u prosjeku iznosi oko 0.25L/min. Potrebno je do 3 minute da se primitak kisika izjednači sa njegovim potrebama nakon što sportaš započinje sa tjelesnom aktivnošću. Zato se prije postizanja tog platoa javlja deficit kisika, koji se kasnije nadoknađuje kroz dug kisika.

Maksimalni primitak kisika najbolje je izražavati prema kilogramu tjelesne mase. Razlog tome je da više osobe imaju veća pluća, pa prema tome i veći maksimalni primitak kisika. No veća osoba treba opskrbiti kisikom i svoje veće tijelo, pa zato vrijednosti relativnog maksimalnog primitka kisika više koriste trenerima, nego apsolutne vrijednosti.

Relativni VO₂max se može izraziti kao broj mililitara kisika po kilogramu tjelesne težine koji osoba može udahnuti u 1 minuti (ml/kg/min)

Srednje vrijednosti relativnog VO₂max-a za netreniranu osobu iznose oko 40ml/kg/min, a za muškarca oko 46ml/kg/min. Kod sportaša i sportašica je ta brojka puno viša. Najviši relativni maksimalni primitak kisika imaju sportašu izdržljivosti sa vrlo malom masom. Rekordne vrijednosti su 80ml/kg/min za žene (turska maratonka) i 94ml/kg/min (norveški skijaš).

Mjerenje maksimalnog primitka kisika zahtjeva provođenje testa s maskom. U trčanju ili vožnji bicikla to ne predstavlja problem, pošto se test trčanja može provoditi na traci ili na atletskoj stazi K4 sustavom, a vožnja bicikla na trenažeru ili K4 sustavom. Kod plivanja mjerenje primitka kisika nije praktično zbog plivanja s maskom. Plivač nije u mogućnosti disati s okretanjem glave dok pliva što narušava biomehaniku plivanja, također nemože raditi plivački okret, sustav za analizu zraka potrebno je pomicati kako se pomiče i plivač u bazenu. Također plivanje s dodatnom opremom je otežano te je brzina plivanja pri maksimalnom primitku kiskka niža nego brzina plivanja bez opreme.

Moguće je analizirati zrak stavljanjem maske nakon što plivač ispliva dionicu, no i ta metoda nije u potpunosti točna, jer u odmoru opadaju vrijednosti korištenja kisika u odnosu na one kada se izvodi radni interval.

Kao treća solucija može se koristiti „endless pool“ koji omogućuje provođenje testa s plivanjem u mjestu pa netreba prenositi sustav za analizu zraka. No pri plivanju u takvim uvjetima sportaš ima drugačiju tehniku, jer tada ne postoji faza klizanja.

Primitak kisika i subjektivni osjećaj:

Testovima se može izmjeriti korištenje kisika tijekom testa, no treneri ne mogu točno znati na kojem postotku od VO₂max-a se nalazi njihov sportaš tijekom pojedinog djela treninga, a da se cijelo vrijeme primjerice ne trči sa maskom.

Zato se u treningu treba koristiti i subjektivna procjena sportaša.

Prema (E. Magilicho, 2003) Tjelsene aktivnosti koje se izvode pri 30 do 40% od subjektivnog maksimuma izvedbe sportaša odgovaraju vrijednostima 50-60% od VO₂max.

Vrijednosti 60-80% od subjektivne procjene maksimalne tjelesne izvedbe iznose približno oko 70-90% od VO₂max.

Vrijednosti pri 100% od VO₂max odgovaraju aktivnosti koja se izvodi pri 80-90% intenziteta. Kada tjelesnu aktivnost izvodimo intenzitetom 90-100% to je vjerojatno ekivalentno vrijednostima koje su između 110 i 130% od VO₂max.

Procjena VO₂max-a uz pomoć kontrole frekvencije srca preciznija je od subjektivne procjene.

Plivanje pri VO₂max-u odgovara približno maksimalnoj frekvenciji srca -10 otkucaja.

FSmax – 15 do 20 otkucaja odgovara plivanju intenzitetom od 85-90% VO₂max.

Fsmax – 25 do 30 otkucaja odgovara plivanju intenzitetom od 70-80% VO₂max.

VO₂max je u velikoj mjeri urođen. Apsolutni VO₂ moguće je unaprijediti 15-20% , a relativni Vo₂max 20 do 40%.

 Predikcija rezultata u trčanju prema relativnom VO₂max:

VO ₂ max	1.500m	3.000m	5.000m	10.000m	21.097m	42.195m
55	4:57	10:37	18:22	38:06	1:24:18	2:56:01
56	4:53	10:27	18:05	37:31	1:23:00	2:53:20
57	4:48	10:17	17:49	36:57	1:21:43	2:50:45
58	4:44	10:08	17:33	36:24	1:20:30	2:48:14
59	4:39	9:58	17:17	35:52	1:19:18	2:45:47
60	4:35	9:50	17:03	35:22	1:18:09	2:43:25
61	4:31	9:41	16:48	34:52	1:17:02	2:41:08
62	4:27	9:33	16:34	34:23	1:15:57	2:38:54
63	4:24	9:25	16:20	33:55	1:14:54	2:36:44
64	4:20	9:17	16:07	33:28	1:13:53	2:34:38
65	4:16	9:09	15:54	33:01	1:12:53	2:32:35
66	4:13	9:02	15:42	32:35	1:11:56	2:30:36
67	4:10	8:55	15:29	32:11	1:11:00	2:28:40
68	4:06	8:48	15:18	31:46	1:10:05	2:26:47
69	4:03	8:41	15:06	31:23	1:09:12	2:24:57
70	4:00	8:34	14:55	31:00	1:08:21	2:23:10
71	3:57	8:28	14:44	30:38	1:07:31	2:21:26
72	3:54	8:22	14:33	30:16	1:06:42	2:19:44
73	3:52	8:16	14:23	29:55	1:05:54	2:18:05
74	3:49	8:10	14:13	29:34	1:05:08	2:16:29
75	3:46	8:04	14:03	29:14	1:04:23	2:14:55

U plivanju nije moguća predikcija rezultata prema relativnom VO₂max , jer tehnika u znatnijoj mjeri utječe na rezultat nego u trčanju.

Moguće je da sportaš relativnog VO₂max-a od primjerice 60ml/kg/L pobjedi sportaša čije su vrijednosti relativnog VO₂max-a 70ml/kg/L. To je moguće jer maksimalni primitak kisika sam po sebi ne određuje razinu izvedbe u cijeloj mjeri. Ako sportaš sa relativnim VO₂max-om ima anaerobni prag pri primjerice 90% od VO₂-max, a sportaš sa relativnim VO₂ max-om ima anaerobni prag pri 80% od VO₂max. Sportaš 1 sa 90% od Vo₂max-a i anaerobnim pragom pri 80% od VO₂max ima manju iskoristivost kisika od spotaša 2. On nije u mogućnosti iskoristiti kisik koji primi u toj mjeri u kojoj to uspijeva sportaš 2. Sportaš 1 pri izdisaju ima veću količinu kisika od sportaša 2.



LITERATURA:

W.Magliescho (2003.) Swimming fastest, Human Kinetics
B. Matković, L. Ružić (2009), Fiziologja sporta i vježbanja