

Fiziološka analiza veslanja

Trenerski seminar
Pula, 15.01.2011.

Pavle Mikulić
Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Fiziološka analiza veslanja

- ▶ .. daje uvid u strukturu i udio pojedinih energetske procesa neophodnih za pokrivanje energetske potrebe tijekom trajanja veslačkog treninga i veslačkog natjecanja kao i tijekom trajanja oporavka

ATP (adenozin-tri-fosfat)

- ▶ osnovni i jedini izvor energije u tjelesnim stanicama
- ▶ obnavlja se iz drugih biokemijskih izvora energije
- ▶ cijepanjem na ADP i P oslobađa se ~10 kcal energije po molu ATP-a, energije koju mišićna stanica može iskorištavati za obavljanje mehaničkog rada:



Kojim procesima se obnavlja ATP?

- ▶ **Anaerobno – alaktatni energetska procesi:**
Razgradnja kreatinfosfata (KP)
- ▶ **Anaerobno – laktatni energetska procesi:** razgradnja ugljikohidrata (glikogena ili glukoze) do pirogroždane kiseline koja u uvjetima nedostatnog kisika prelazi u mliječnu kiselinu
- ▶ **Aerobni energetska procesi:** oksidativna razgradnja ugljikohidrata i slobodnih masnih kiselina

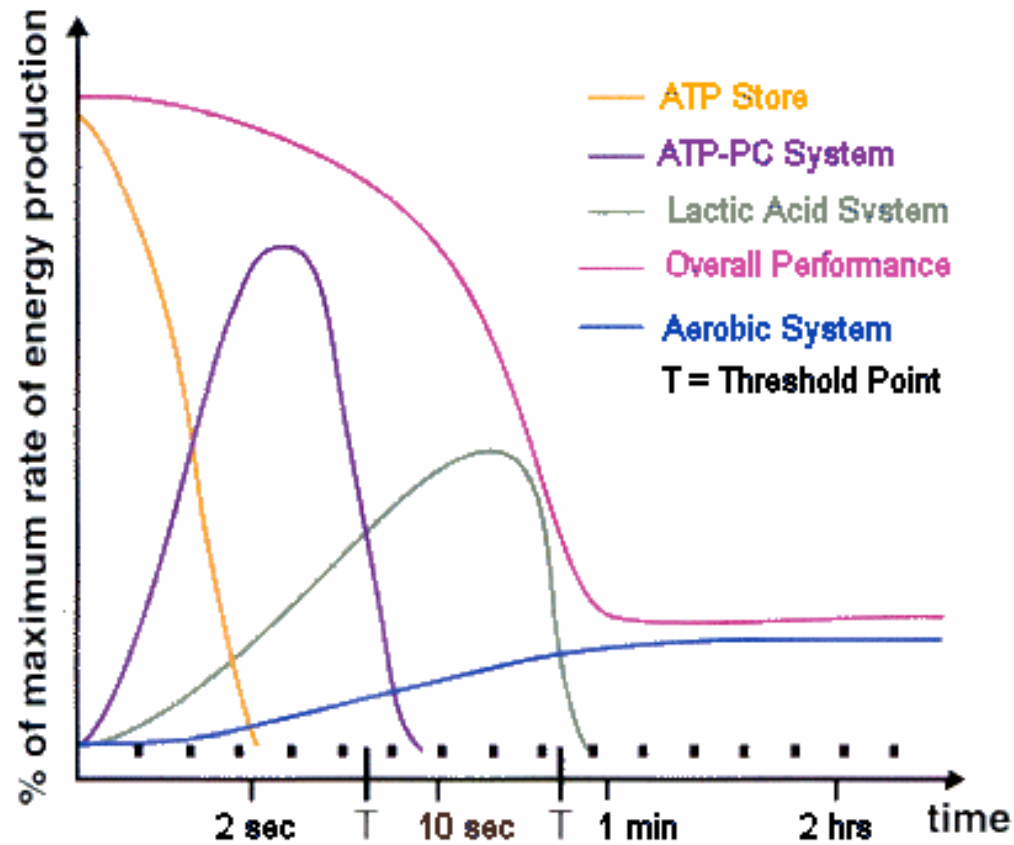
Energetski kontinuum

- ▶ Tijekom tjelesne aktivnosti, neovisno o intenzitetu i trajanju, angažirane su SVE TRI energetske komponente
 - ▶ Dakle, rad nikad nije čisto “aeroban” ili “anaeroban”
- ▶ Razlika je u UDJELU pojedine komponente u ovisnosti o intenzitetu i ekstenzitetu (trajanju) tjelesne aktivnosti

Uključivanje pojedinih en. sustava u odnosu na trajanje aktivnosti

Trajanje	Energetski sustav	Izvor(i) energije
1 – 3 s	anaerobno alaktatno	ATP u mišićima
3 - 15 s	anaerobno alaktatno	ATP i KP u mišićima
15 – 45 s	anaerobno laktatno	ATP, KP, mišićni glikogen
45 – 90 s	anaerobno laktatno, aerobno	mišićni glikogen
90 – 240 s	dominantno aerobno	mišićni glikogen
240 s – 600 s	aerobno	mišićni glikogen i masne kiseline
> 600 s	aerobno	zalihe glikogena i masti

Postotni udio od maksimalne brzine stvaranja energije po pojedinim sustavima



Udio aerobne i anaerobne energije pri testiranju veslača otvorene kategorije, muškog spola, na veslačkom ergometru na 2000 m – rezultati različitih istraživanja

Istraživanje	Broj ispitanika	Aerobna energija (%)	Anaerobna energija (%)
Russel i sur. (1998)	19	84	16
Hagerman i sur. (1978)	310	70	30
Hartmann (1987)	17	82	18
Mickleson i Hagerman (1982)	25	72	28
Roth i sur. (1983)	10	67	33
Secher i sur. (1982)	7	70 - 86	14 - 30
Messonier i sur. (1997)	13	86	14

Aerobni energetske procesi: 75 – 80%

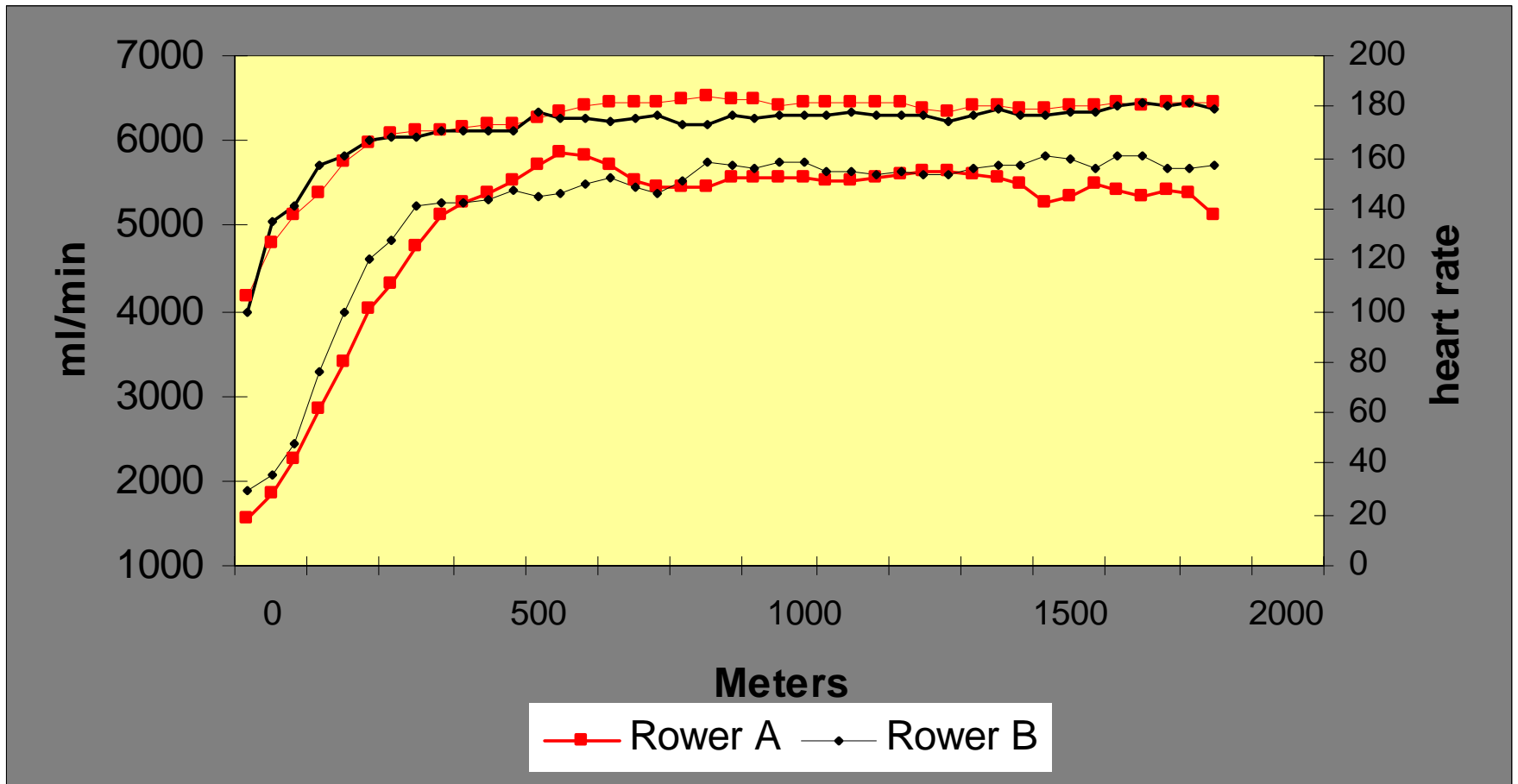
Anaerobna glikoliza (laktatno): 20 – 25%

ATP – KP reakcije (alaktatno): < 5%

-
- ▶ Veslanje, po kriteriju dominacije energetske procesa, možemo klasificirati kao **mješoviti (aerobno-anaerobni) sport s prevladavajućom aerobnom energetsom komponentom**
 - ▶ Za trajanja veslačkog natjecanja **obje vrste anaerobnih energetske procesa, kao i aerobni energetski procesi, opterećeni su do svojih maksimuma**
 - ▶ Treening uspješnih veslača mora biti usredotočen primarno na aerobni treening, ali sa optimalnim odnosom anaerobnog treeninga i treeninga snage

Pokrivanje energetske potrebe tijekom utrke

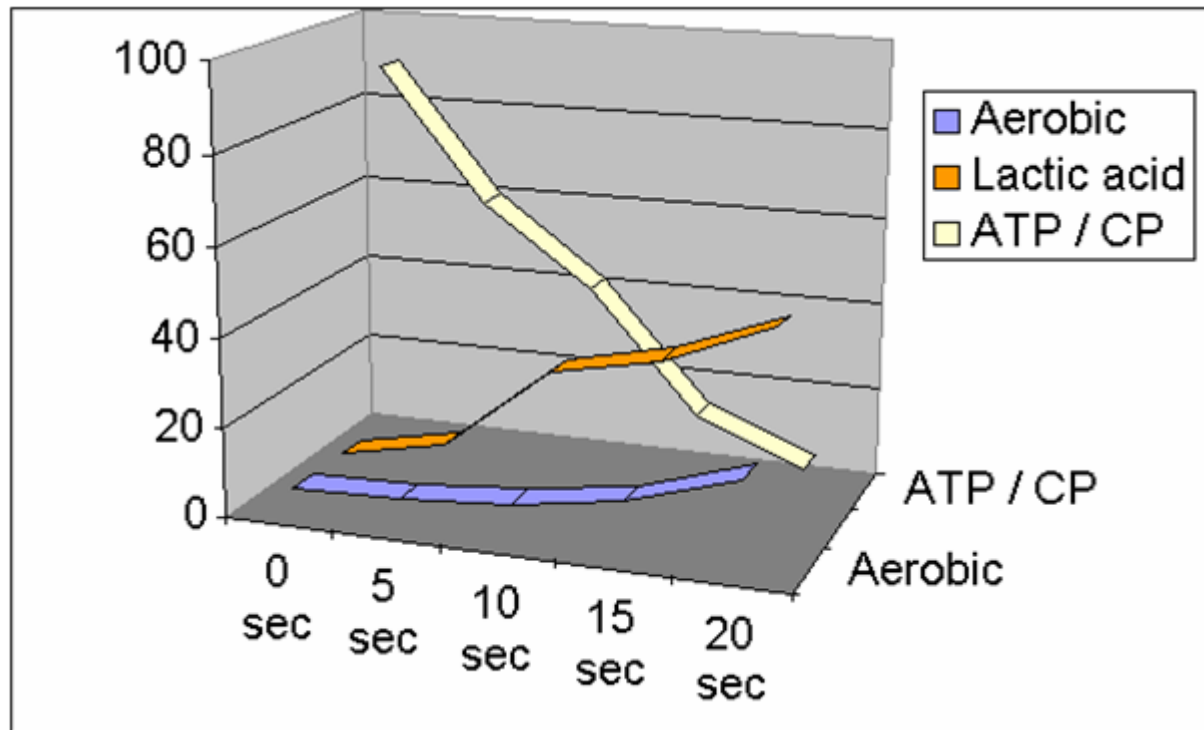
- ▶ **Prvih cca 15 s** (faza startnog ubrzanja) energija se dobiva **anaerobno alaktatno**
- ▶ **Od 15 – 90 s** (faza maksimalne brzine i djelomično prelazna faza) dominiraju **anaerobno laktatni procesi**
- ▶ **Nakon ~90 s** počinju prevladavati **aerobni energetske procesi**



Važna fiziološka značajka uspješnog veslača – održavanje 95-98% VO₂max kroz cijelu utrku

Anaerobno – alaktatni energetske procesi

- ▶ Sustav aktivan do ~15-20 s intenzivne aktivnosti

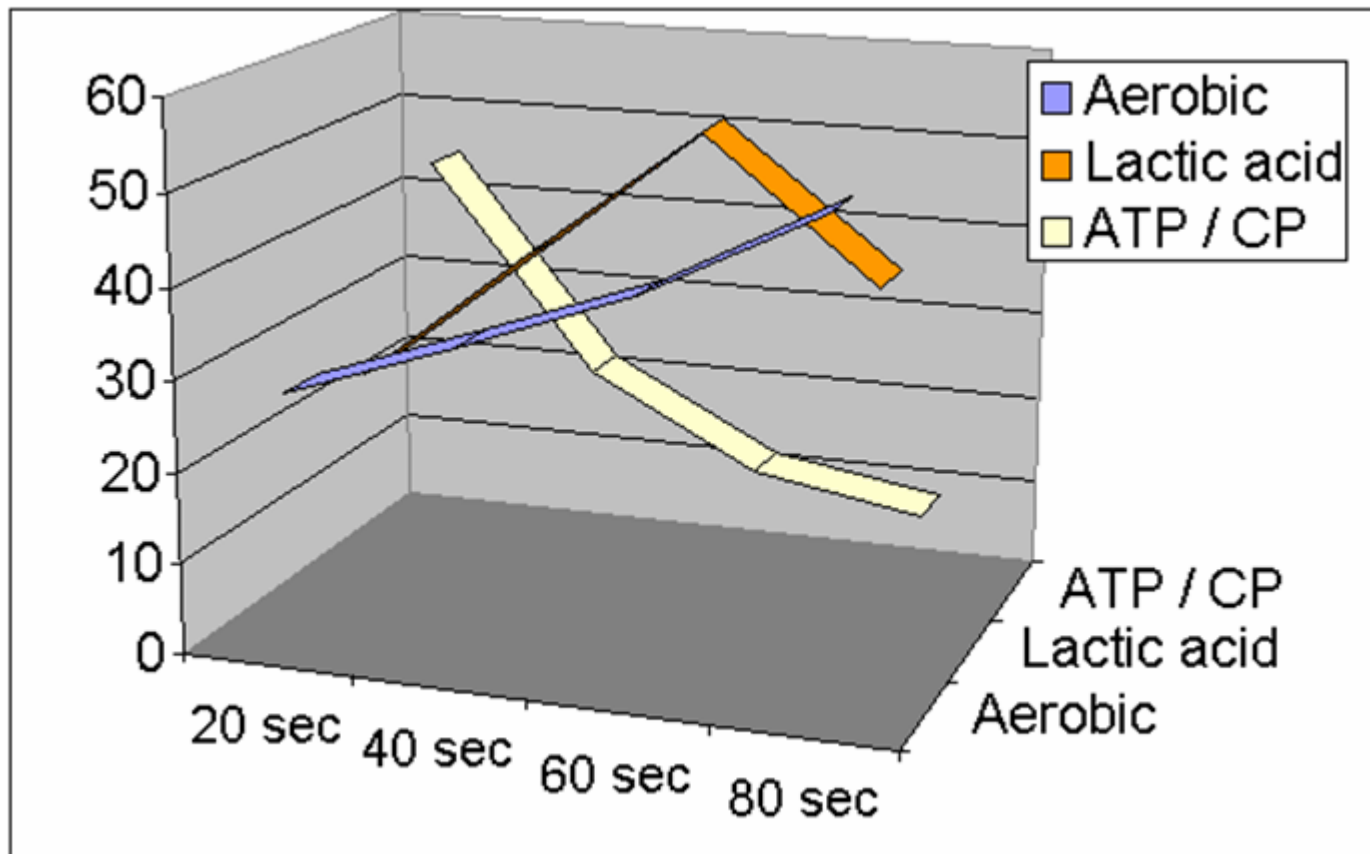


Anaerobno – alaktatni energetske procesi

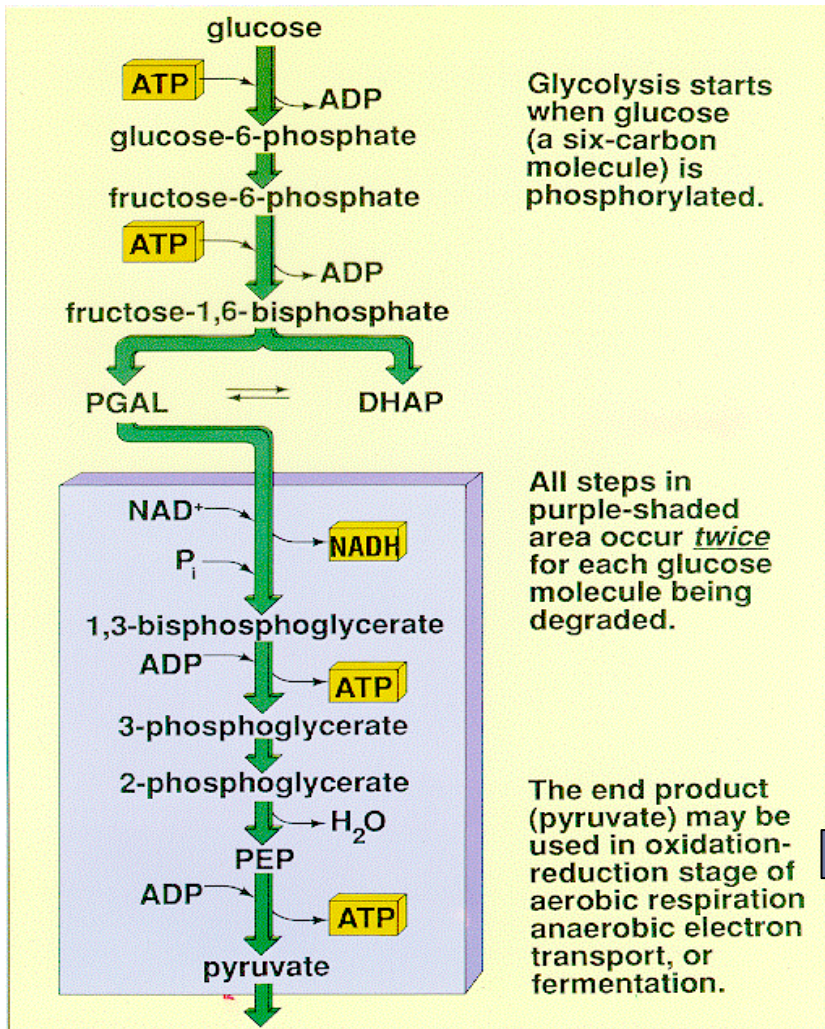
- ▶ Značajni za kratkotrajne aktivnosti vrlo visokog intenziteta (startevi, ubrzanja i sl.)
- ▶ Nema zakiseljenja tkiva jer se ne stvara mliječna kiselina, no umor nastaje zbog iscrpljenja KP zaliha
- ▶ Važno: **za potpunu obnovu KP zaliha u mišićima potrebno je ~6-7 minuta!**

Anaerobno – laktatni energetske procesi

- ▶ Sustav najaktivniji ~15-60 s intenzivne aktivnosti



Anaerobno – laktatni energetske procesi



**STVARANJE
MLIJEČNE
KISELINE**

Anaerobno – laktatni energetske procesi

- ▶ .. stvaranje energije procesima bez korištenja kisika

Kao nusprodukt nastaje mliječna kiselina koja zbog visoke kiselosti snižava pH krvi i ometa funkciju mišića

- ▶ Tijelo reagira neutralizacijom kiselosti:



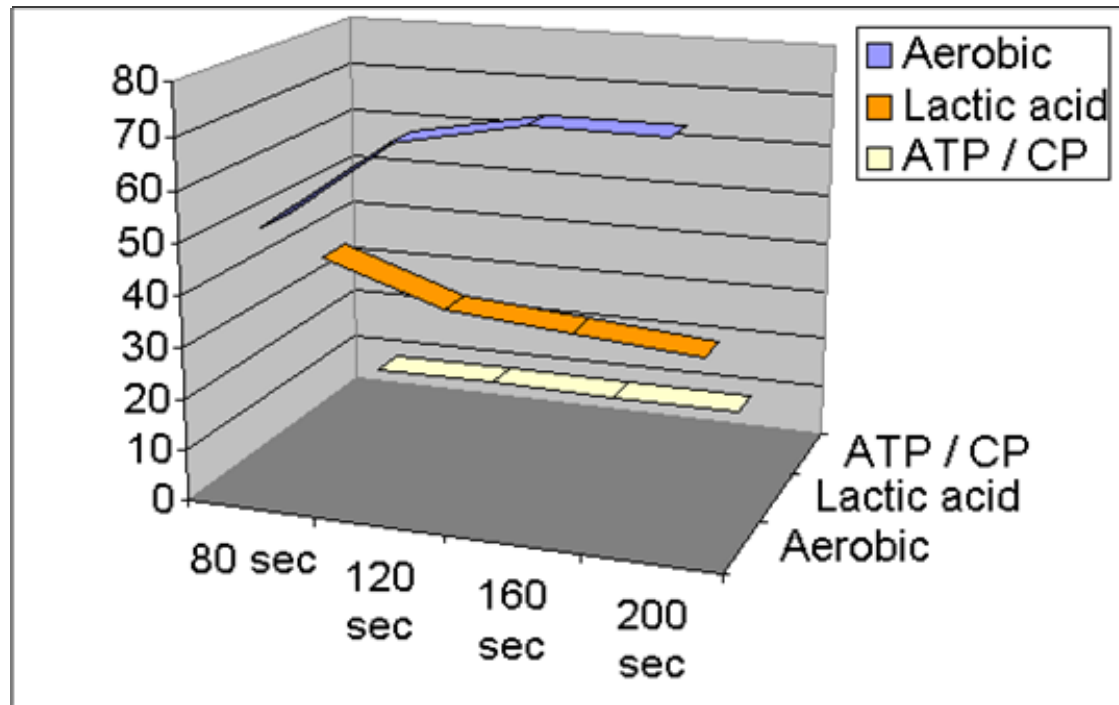
- ▶ Anaerobni energetske kapacitet označava dva pojma:

(1) ukupnu količinu energije koja mu stoji na raspolaganju za obavljanje rada - kapacitet sustava; te
(2) maksimalni intenzitet oslobađanja energije - energetske tempo

Procjena anaerobnih kapaciteta

- ▶ Anaerobni alaktatni kapacitet
 - ▶ npr. 100 m max ili 10 zaveslaja max; bitno da je rad maksimalan i da vremenski ne prelazi ~15 s
- ▶ Anaerobni laktatni kapacitet
 - ▶ npr. 250 m ili 20-30 zaveslaja max; bitno da je rad maksimalan i da ne prelazi ~45-60 s
 - ▶ Najbolje je rezultat izraziti u obavljenom mehaničkom radu tj. u Wattima

Aerobni energetske procesi



Aerobni energetske procesi

- ▶ ...podrazumijevaju razgradnju hranjivih tvari u mitohondriju mišićne stanice **uz prisustvo kisika**
- ▶ Pojam koji je izravno povezan sa aerobnim energetske procesima je pojam **aerobnog kapaciteta** (sinonimi: **aerobna izdržljivost, kardiorespiratorna izdržljivost, aerobni fitness...**)

Aerobni energetske procesi

- ▶ ..sastoje se od dvije komponente:
 1. metabolizam lipida, odnosno razgradnja masti
 2. aerobna glikoliza, odnosno razgradnja glikogena

- ▶ Samo iznimno, u ekstremnim situacijama kao što su višednevni fizički naponi, izgladnjelost i sl. aerobni metabolizam može u značajnijoj mjeri uključivati i razgradnju bjelančevina

Aerobni energetske procesi

...ovise o **efikasnosti transportnog sustava za kisik**, a njega čine:

- ▶ **dišni sustav**, koji disanjem unosi kisik i prenosi ga u krv,
- ▶ **srčano-žilni sustav**, koji pumpa krv i transportira kisik do svih stanica u tijelu, te
- ▶ **mišićni sustav**, koji koristi kisik za kontrakciju mišića oksidacijom hranjivih tvari.

Maksimalni primitak kisika ($VO_2\text{max}$)

- ▶ Maksimalna količina kisika koju organizam može potrošiti u jedinici vremena (jednoj minuti)
- ▶ **Kriterijska mjera efikasnosti transportnog sustava za kisik!**

Izračun:

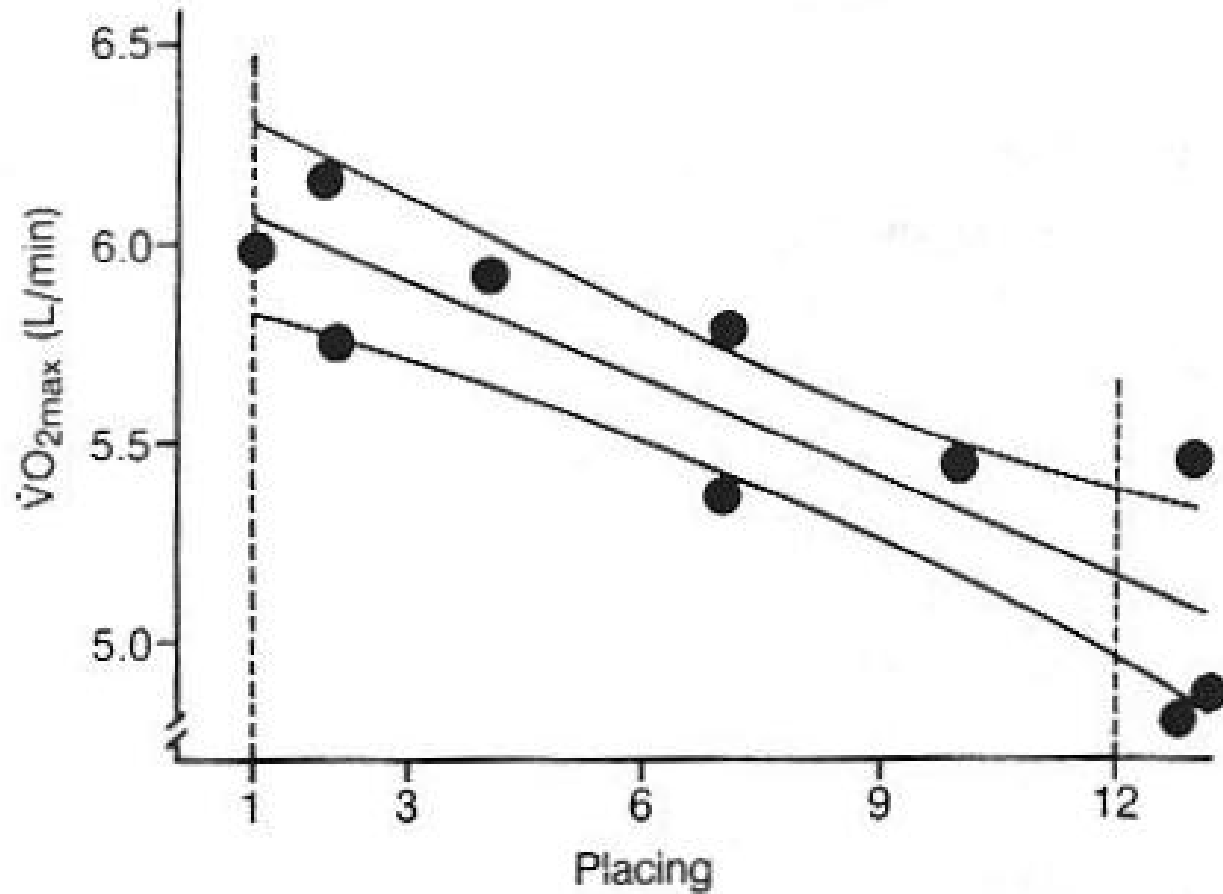
$$VO_2\text{max} = MVD\text{max} \times IEDO_2\text{max}$$

$MVD\text{max}$ = maksimalni minutni volumen disanja

$IEDO_2\text{max}$ = maksimalna inspiracijsko-ekspiracijska razlika



Plasman veslača na međunarodnoj regati u zavisnosti o $\dot{V}O_{2\max}$



Vrijednosti VO_2max (prosjek ekipe) u odnosu na kvalitativni rang - muški teški veslači

- ▶ **< 5.5 L/min** – klupska/nacionalna razina veslača
- ▶ **5.5 – 6.0 L/min** – donji prag međunarodne kompetitivnosti
- ▶ **6.0 – 6.5 L/min** – međunarodno kompetitivni veslači
- ▶ **> 6.5 L/min** – kompetitivnost na razini A finala odn. medalja na najvećim međunarodnim natjecanjima

- ▶ Veslačice: 20-25% niže vrijednosti

Anaerobni prag

- ▶ .. intenzitet aktivnosti iznad kojeg energetske zahtjevi aktivne muskulature nadilaze sposobnosti aerobnog metabolizma te se za pokrivanje energetskih potreba u velikoj mjeri uključuju anaerobni energetske procesi

odn.

- ▶ ..najviši intenzitet aktivnosti koju veslač može dugotrajno održavati bez pada radnog učinka

odn.

- ▶ ..najviši intenzitet aktivnosti kod kojeg ne dolazi do daljnjeg naglog povećanja laktata u mišićima i krvi odnosno to je maksimalna koncentracija laktata pri kojoj su akumulacija i razgradnja u ravnoteži (*MLSS – maximal lactate steady state*)

Načini procjene praga



1. Mjerenje koncentracije mliječne kiseline u krvi (laktatni test)

- a. 😊 jednostavnost i niska cijena mjerne aparature, vrlo brza povratna informacija, mogućnost testiranja više ispitanika
- b. 😞 invazivnost metode, relativno slaba povezanost koncentracije laktata u krvi (koja se mjeri) i koncentracije laktata u mišićima (koja nas zanima)

2. Mjerenje spiroergometrijskih i ventilacijskih pokazatelja

- a. 😊 Neinvazivnost metode, bolja pouzdanost, dobivanje više informacija
- b. 😞 zahtijeva sofisticiranu opremu i stručno osoblje



VO₂max i anaerobni prag

.. su najvažniji pokazatelji aerobnog kapaciteta koji se koriste u sustavu pripreme veslača i to u svrhu:

- ▶ Procjene stanja treniranosti i promjene u odnosu na prethodna mjerenja
- ▶ Usporedba sa drugim veslačima
- ▶ Precizne identifikacije tzv. trenažnih zona
- ▶ Selekcije veslača

**Procjena fizioloških kapaciteta
veslača -
*funkcionalna dijagnostika***

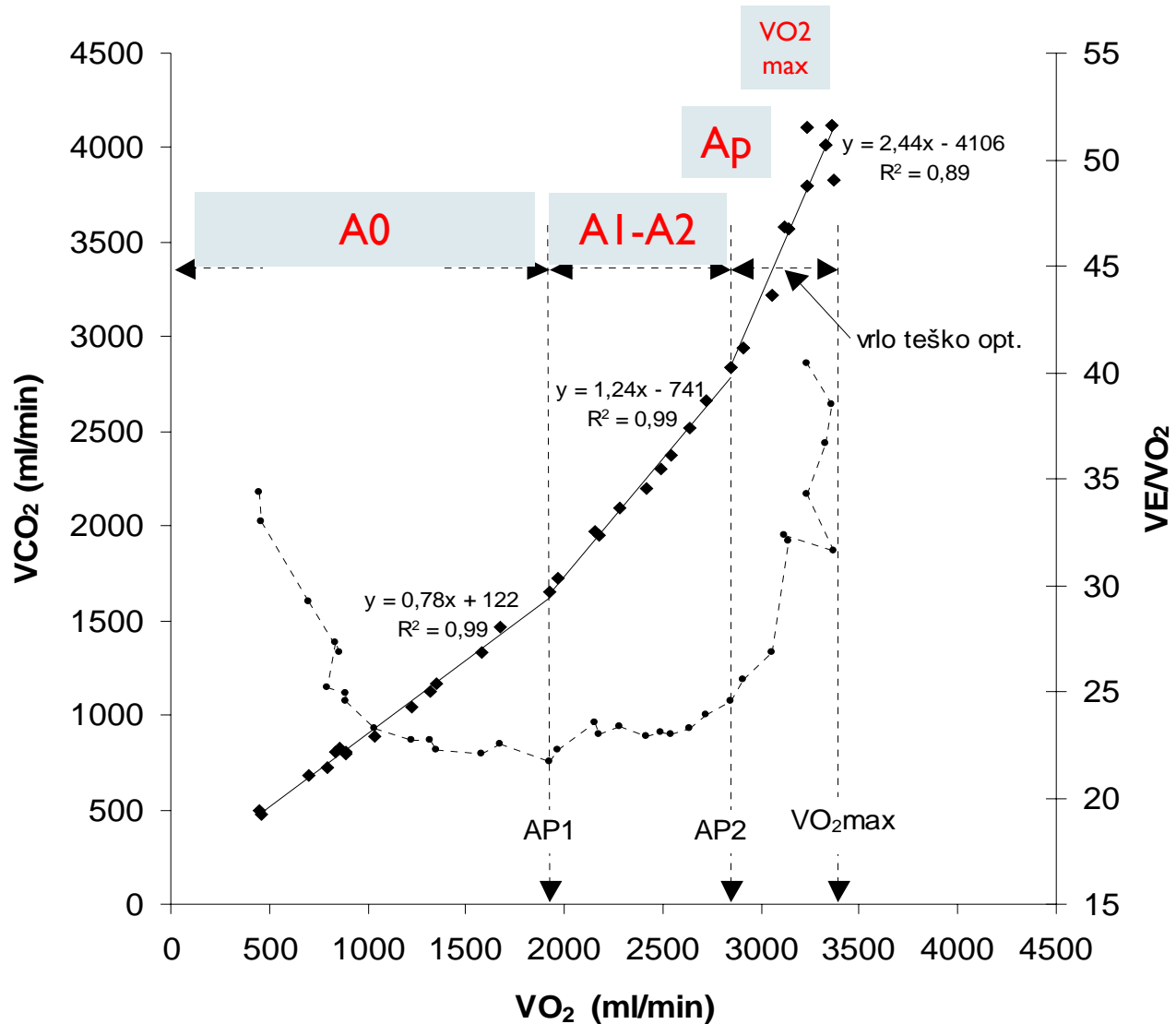
Testiranje veslača u SDCu

- ▶ Osnovna antropometrija – tjelesna visina, tjelesna masa, kožni nabori za izračun sastava tijela..
- ▶ Spirometrija – procjena plućnih volumena i kapaciteta

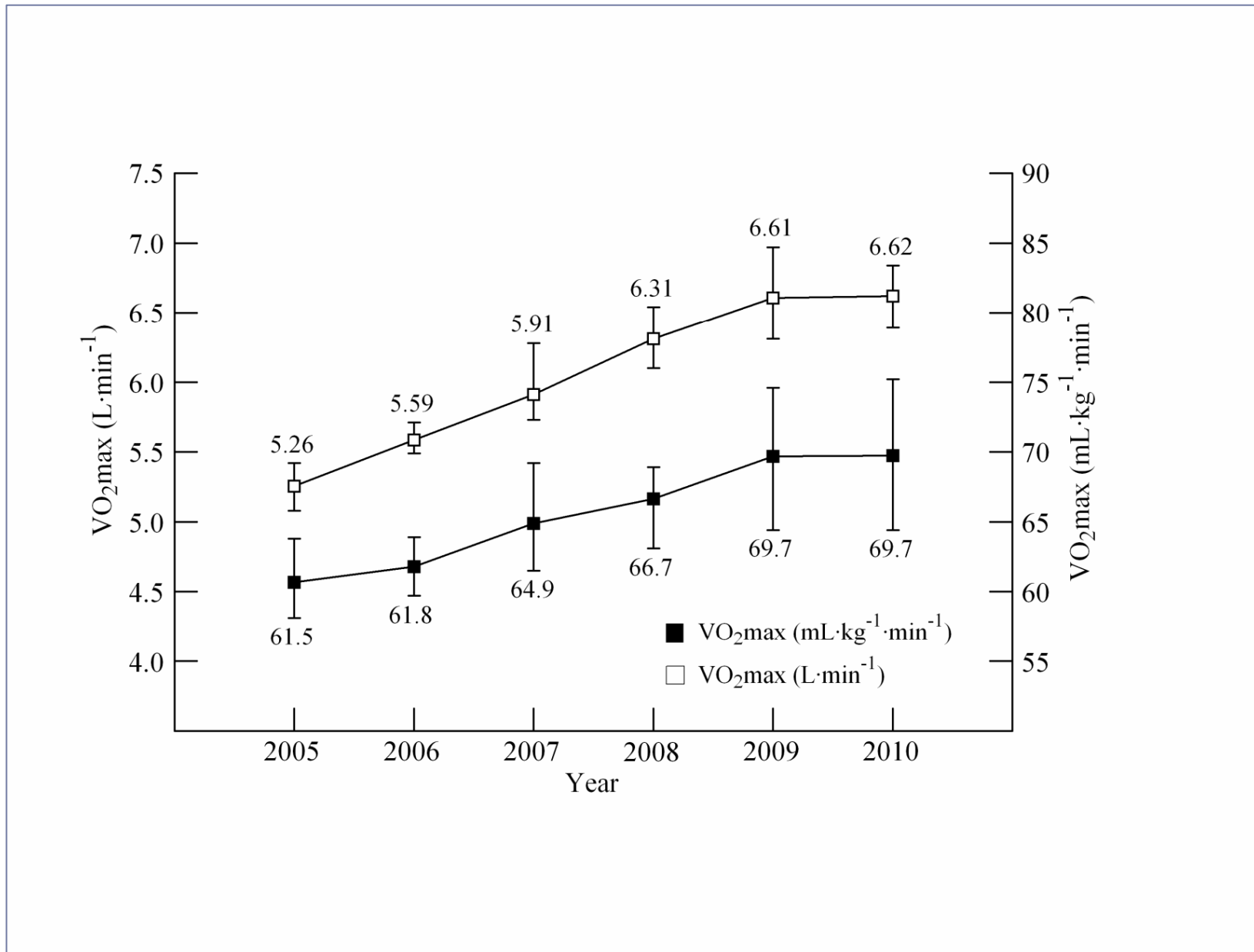




Određivanje pragova i trenažnih zona



4x kroz godine



4x kroz godine

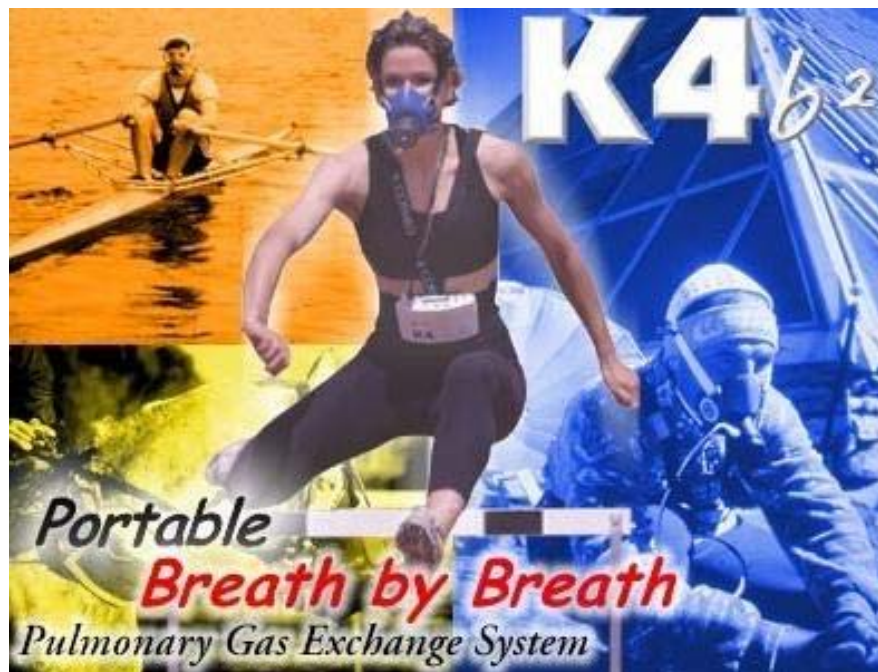
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Dob (godine)	16.3	17.2	18.2	19.2	20.2	21.1
Visina (cm)	186 (185-188)	187 (185-188)	187 (185-189)	188 (186-189)	188 (186-189)	188 (186-190)
Masa (kg)	87 (85-90)	90 (88-93)	91 (88-96)	95 (91-100)	96 (93-102)	95 (91-101)
Tjelesna mast (%)	13.4 (11.8-14.5)	12.0 (9.8-13.9)	11.2 (8.2-13.5)	10.2 (9.0-12.6)	9.9 (7.0-11.6)	9.4 (6.6-12.3)
Bezmasna masa (kg)	75 (73-77)	80 (77-81)	81 (78-83)	85 (83-87)	87 (84-90)	86 (85-89)
Snaga pri VO ₂ max (W)	400 (388-413)	431 (413-450)	431 (413-450)	456 (425-488)	459 (425-488)	481 (475-488)
Snaga pri pragu (W)	297 (288-313)	338 (313-350)	338 (325-350)	353 (338-375)	366 (350-388)	359 (350-388)
% od VO ₂ max pri pragu	85 (83-88)	83 (80-86)	85 (83-87)	82 (80-83)	85 (83-87)	85 (81-89)



16/06/2005



16/06/2005



Sažetak – energetske procese u veslanju

- ▶ **Anaerobno – alaktatni energetske procese**
podrazumijevaju razgradnju adenozin-tri-fosfata (ATP) kreatinfosfata (KP) u mišićnim stanicama
- ▶ **Anaerobno – laktatni energetske procese**
podrazumijevaju razgradnju glikogena ili glukoze anaerobnom glikolizom do pirogroždane kiseline uz stvaranje laktata
- ▶ **Aerobni energetske procese** podrazumijevaju razgradnju hranjivih tvari u mitohondriju mišićne stanice uz prisustvo kisika

Sažetak

- ▶ Veslačka utrka pokriva se 75-80% iz aerobnih izvora energije i stoga najviše pozornosti u trenažnom planu i programu treba posvetiti **razvoju aerobne izdržljivosti**
- ▶ Sukladno gore navedenom, **dijagnostika treniranosti veslača primarno je usmjerena na procjenu pokazatelja aerobne izdržljivosti**

Sažetak – funkcionalna dijagnostika

Važnost evaluacije fizioloških kapaciteta veslača ogleda se u:

- ▶ Postavljanju standarda za buduće kontrole; procjene napretka; usporedbe sa ostalim veslačima
- ▶ Određivanju individualnih “zona intenziteta” kako bi preciznije i kvalitetnije vodili trenažni proces
- ▶ Dobivanju kriterija koji se uzimaju u obzir pri selekciji veslača za (nacionalne) posade



Hvala na pažnji 😊
Pitanja?

Kontakt: pavle.mikulic@kif.hr