

Určení tréninkové intenzity a tréninkového obsahu

Efektivnost tréninkové jednotky závisí na:

1. správném *výběru a posloupnosti* různých typů cvičení během tréninkového období (viz. část II – plánování a periodizace tréninku)
2. správném *provedení* cvičení, aby se vyvolala očekávaná adaptace. Pro trenéra to znamená velmi pečlivě vybírat a respektovat vhodnou:
 - intenzitu (rychlost)
 - objem
 - odpočinek
 - délku opakovaných úseků

Proč je správné provedení cvičení tak důležité?

Kombinace intenzity (rychlosti plavání), objemu, délky úseků a odpočinku mezi jednotlivými opakováními určuje, kdy a jak jsou aktivovány jednotlivé metabolické procesy v těle. Způsob, jakým tyto procesy přispívají k dodávce energie, určuje specifické biologické adaptace v organismu. Proto pro zlepšení jakékoli složky výkonnosti musí být intenzita, objem, odpočinek a délka opakování velmi dobře vyváženy, aby byly splněny cíle cvičení.

Mnoho let pozorování, testování a vyhodnocování odhalilo, že nejčastější tréninková chyba je, že intenzita cvičení neodpovídá jeho cíli. Výsledkem je, že :

1. biologická adaptace, skutečně způsobená v těle se liší od požadované
2. je ovlivněna efektivnost následujících cvičení

Například, aerobní série plavaná příliš rychle nejenže zabrání požadovanému zlepšení aerobní vytrvalosti, ale také plavce zbytečně unaví a zabrání mu správně absolvovat následující tréninkové série – zabrání mu tedy plavat rychle v okamžiku, kdy je to potřeba.

Kromě toho, že plavci trénují špatnou intenzitou, (plaveckou rychlostí) plavou také často příliš mnoho (vysoký objem) vzhledem k jejich schopnostem.

Odpočinkové pauzy a délky jednotlivých opakování jsou velmi úzce spojeny s tréninkovým cílem a jsou prakticky stejné pro jakoukoliv výkonnostní úroveň plavců

(světová třída nebo regionální úroveň, viz. tab. 2). Na druhé straně intenzita a objem velmi závisí na plavcově výkonnosti a je třeba je volit opatrně a individuálně.

Tato kapitola se zabývá některými technikami, které zajišťují pro plavce vhodnou tréninkovou intenzitu a objem:

1. **Plavcovo subjektivní vnímání intenzity**
2. **Krevní laktát**
3. **Tepová frekvence**
4. **Procento nejlepších časů**
5. **30-ti minutový test – T30**

Plavcovo subjektivní vnímání intenzity

Nejjednodušším způsobem jak postihnout tréninkovou intenzitu, je zeptat se plavce na jeho vnímání náročnosti cvičení. (Byla tato série lehká? Byla náročná? atd.) Obecně můžeme říci, že:

- trénink aerobní a anaerobní kapacity je subjektivně vnímán jako lehký až středně intenzivní
- trénink aerobního a anaerobního výkonu, které jsou oba metabolicky velmi vyčerpávající, jsou vnímány jako velmi intenzivní a vyčerpávající

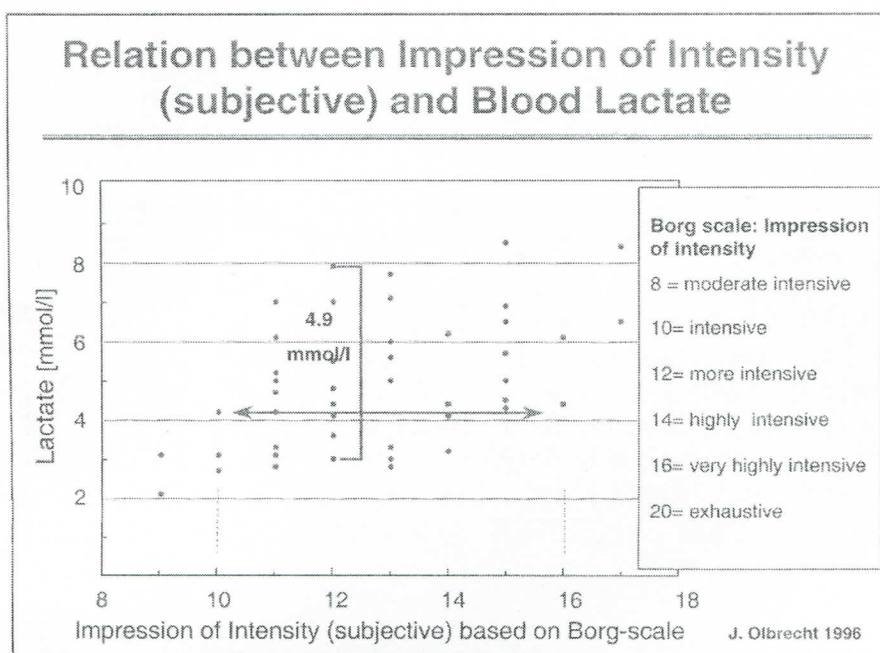
Ze zkušenosti však víme, že plavcovo subjektivní vnímání tréninkové intenzity do velké míry závisí na rychlosti a objemu, na kterou je plavec při tréninku zvyklý. Proto může stejný subjektivní pocit odpovídat u různých plavců různým intenzitám nebo stejná intenzita může vyvolat různé subjektivní pocity. Plavec, který často plave na tréninku příliš rychle, se bude cítit během intenzivních tréninkových jednotek subjektivně dobře, zatímco plavec, který plave intenzivně jen zřídka, se bude při stejné rychlosti cítit naprosto vyčerpaný.

Během tréninkové jednotky jsme měřili laktát po aerobní intervalové sérii a požádali plavce, aby subjektivně zhodnotili intenzitu na stupnici od 1 do 20. Tato stupnice, nazývaná též Borgova stupnice, vyjadřuje pocit intenzity v číslech od 1 = velmi snadné až do 20 = extrémně náročné (Borg 1982, nová verze je číslována od 1 do 10, viz Maglischo, Swimming Even Faster, 1993). Tato stupnice umožňuje plavcům vyjádřit jejich subjektivní vnímání intenzity.

Naše měření ukázalo pouze velmi malou korekci mezi subjektivním vnímáním tréninkové intenzity a skutečným (objektivním) metabolickým zatížením měřeným pomocí laktátu

(obrázek 4.1.) Pro stupeň 12 Borgovy stupnice (více intenzivní), tak jak zátěž vnímali plavci, jsme například naměřili hodnoty laktátu mezi 2,9 až 7,8 mmol/l. Pro stejnou koncentraci laktátu, například 4 mmol/l se subjektivní pocit plavců pohyboval mezi intenzivním (10 na Borgově stupnici) až po velmi intenzivní (16 na Borgově stupnici).

- *Obrázek číslo 4.1. : Vztah mezi subjektivním pocitem intenzity během tréninkové série, (měřeno Borgovou stupnicí), a objektivním metabolickým zatížením, (koncentrace laktátu v krvi) .*



Vztah mezi (subjektivním) vnímáním intenzity a krevním laktátem

- Relation between Impression of intensity (subjective) and Blood Lactate = Vztah mezi subjektivním vnímáním intenzity a krevním laktátem

- Impression of intensity (subjective) based on Borg-scale = vnímání intenzity (subjektivní) na základě Borgovy stupnice

- Borg scale: Impression of intensity

8 = moderate intensive

10 = intensive

12 = more intensive

14 = highly intensive

16 = very highly intensive

20 = exhaustive

=	Borgova stupnice: Vnímání intenzity
=	středně intenzivní
=	intenzivní
=	více intenzivní
=	velmi intenzivní
=	velmi vysoce intenzivní
=	vyčerpávající

V tréninkové terminologii to znamená, že stejné subjektivní vnímání intenzity může reprezentovat absolutně rozdílné aktivity tří metabolických procesů a proto může vyvolávat zcela odlišné tréninkové efekty. Trenér, který tedy spoléhá při určování intenzity výhradně na subjektivní vnímání svých plavců, se může dočkat některých nepříjemných překvapení.

Plánování i periodizace tréninku, může být správná, plavcova subjektivní zkušenost intenzity může také zcela odpovídat tomu, co trenér od plavce očekává, ale jestliže plavcovy pocity špatně interpretují skutečnou metabolickou intenzitu, mohou nastat nežádoucí tréninkové adaptace.

Určení skutečné tréninkové intenzity, tedy zatížení pro plavcův organismus je tedy „conditio sine qua non“ pro dosažení požadovaného tréninkového efektu. Trenér tedy musí mít *objektivní* metodu pro určení tréninkové intenzity. To však neznamená, že je plavcovo subjektivní vnímání intenzity nedůležité. Samozřejmě je, je jen třeba ho doplnit některou objektivní metodou, například měřením laktátu. Jestliže jsou plavci pravidelně testováni, jsou postupem času schopni spojit svoje subjektivní pocity intenzity s hodnotami laktátu. Naučí se tedy celkem přesně určit skutečnou intenzitu tréninkových cvičení a jsou schopni podat trenérovi daleko spolehlivější zpětnou vazbu.

Závěr

Subjektivní vnímání intenzity :

- je velmi snadno použitelné
- může se lišit od skutečné tréninkové intenzity
- zajišťuje trenérovi užitečnou zpětnou vazbu zhodnocení o absolvovaném tréninku
- by mělo být, pokud možno, doplňováno objektivním měřením intenzity (přednostně měřením laktátu)

Krevní laktát

Na rozdíl od subjektivního vnímání intenzity umožňuje měření koncentrací krevního laktátu určit skutečnou zátěž určitého cvičení na svaly. Laktát je proto nejlepším odrazem skutečné tréninkové intenzity.

Přestože se laktát používal k optimalizaci tréninku již od sedmdesátých let, existovalo v minulosti málo vědeckých důkazů pro optimální testovací protokol nebo k interpretaci a využití výsledků testů. Velmi často byly výsledky testů v rozporu s pozorováním při

tréninku a/nebo závodě nebo se zkušenostmi trenéra. Výsledkem bylo, že laktátové testování postupně upadlo v nelibost. Avšak v současné době mnoho špičkových trenérů, kteří se naučili porozumět skutečnému významu laktátových měření, považují dnes laktátové testy za nezaměnitelnou ba dokonce ^{základní} esenciální pomůcku pro maximalizaci efektivnosti jejich tréninkových plánů.

Pro trenéra je proto velmi důležité získat dobré znalosti základních principů produkce laktátu stejně jako jeho eliminace, aby byl schopen použít tyto znalosti pro plavecký trénink. Proto předtím, než začneme s popisem testovacích protokolů a jejich použití v tréninku, se zaměříme nyní v kostce na základní fakta o laktátu.

Proč používat laktát?

Laktát je meziproduktem v procesu dodávání energie a je uvolňován prostřednictvím anaerobního laktátového metabolismu v okamžiku, kdy energie dodávaná anaerobním alaktátovým a aerobním systémem začíná být nedostačující. To se může stát:

- na začátku určité pohybové aktivity, kdy kreatinfosfát (CP) je již vyčerpán a aerobní systém kvůli svému pomalému nástupu ještě není schopen dodávat dostatek energie. nebo
- během určité pohybové aktivity, kdy je zátěž (plavecká rychlost) příliš vysoká, že aerobní systém dodávky energie dosáhne své maximální kapacity. V tomto případě je jasné, že laktátové testy odrážejí výsledky obou energetických systémů dodávky energie (anaerobního laktátového a aerobního).

Hodnoty laktátu nám tedy udávají informace o :

1. aktivaci a příspěvku aerobního a anaerobního systému
2. výkonu obou systémů v kombinaci s plaveckou rychlostí

Laktát jako prostředek k měření tréninkové intenzity

Použití laktátu k určení intenzity tréninkových cvičení nám umožňuje spojit tyto intenzity s činností tří různých, energii dodávajících systémů ve svazech. Protože tyto tréninkové intenzity založené na laktátu poskytují informace, jak cvičení uvádí v činnost metabolický systém, je možné dát do souvislosti vyvolané tréninkové adaptace s metabolickými charakteristikami svalové činnosti během určitého tréninkového období. Časem pak laktátové testy umožní pro každého jednotlivého plavce proniknout do biologických adaptací, které mohou být od tohoto tréninkového cvičení očekávány.

Význam a spolehlivost laktátových testů

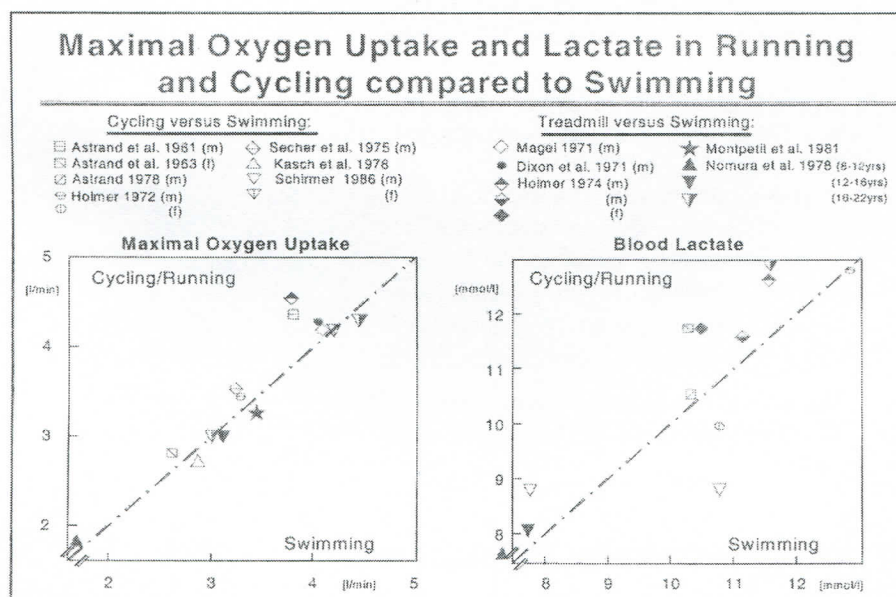
Jestliže chcete, aby laktátové testy zajistily důležitou a spolehlivou informaci je nutné se ujistit, že:

- test je prováděný *ve specifickém sportu* a dokonce i *ve specifické disciplíně*, pro kterou si přejete informaci použít.
- pro vyhodnocení je použita *nejvyšší po-zátěžová koncentrace laktátu*

Sportovně specifické testování

Testování plavce na bicyklovém ergometru nebo běhátku nepodá žádné spolehlivé informace pro specifickou plaveckou výkonnost plavce a proto neposkytne žádnou spolehlivou radu pro plavecký trénink.

- *Obrázek číslo 4.2. : Maximální spotřeba kyslíku a krevní laktát při běhu a jízdě na kole v porovnání s plaváním. Značky znázorňují hlavní hodnoty z různých studií.*



Maximální spotřeba kyslíku a krevní laktát při běhu a jízdě na kole v porovnání s plaváním

Cycling versus swimming = kolo versus plavání

Treadmill versus swimming = běhátko versus plavání

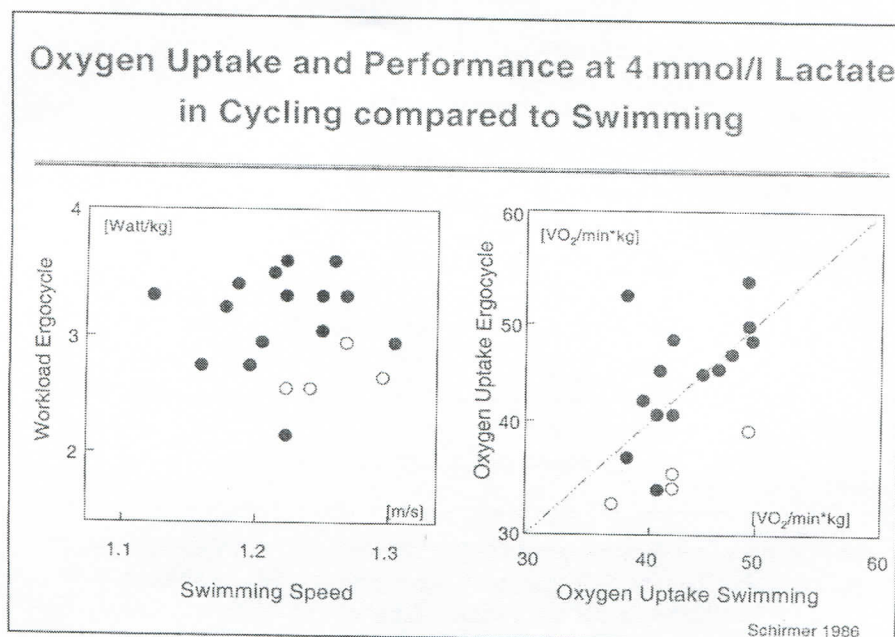
Maximal oxygen uptake = maximální spotřeba kyslíku

Blood lactate = krevní laktát

Cycling/running = kolo/běh, swimming = plavání

Obrázek číslo 4.3. jasně ukazuje, že neexistuje žádný vědecký důkaz, že by plavec s vyšším zatížením při laktátu 4 mmol/l na bicyklovém ergometru (watt/kg) také plaval rychleji při laktátu 4 mmol/l. Plavecká rychlost při 4 mmol/l je důležitý parametr pro určování tréninkové intenzity, i pro odhad plaveckého výsledku v závodě. Je zcela zřejmé, že zátěž na laktát 4 mmol/l na bicyklovém ergometru nepodává žádné spolehlivé informace pro závodní výkon nebo tréninkovou intenzitu při plavání.

- *Obrázek číslo 4.3.: Spotřeba kyslíku a výkon při laktátu 4 mmol/l na bicyklovém ergometru v porovnání s plaváním. Tečky znázorňují individuální hodnoty.*



Spotřeba kyslíku a výkon při 4 mmol/l laktátu na bicyklovém ergometru v porovnání s plaváním

Workload ergocycle = zátěž na bicyklovém ergometru

Swimming speed = rychlost plavání

Oxygen uptake ergocycle = spotřeba kyslíku na ergometru

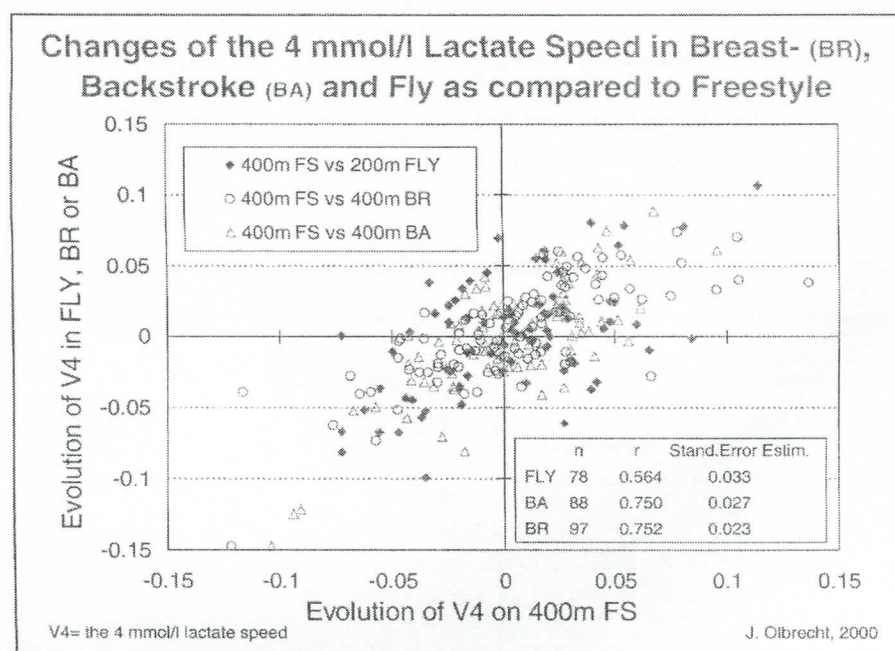
Oxygen uptake swimming = spotřeba kyslíku při plavání

Testování ve specifické disciplíně

Znakaři, prsaři a kvalitní delfináři musí být testováni ve svém hlavním způsobu, pokud chce trenér použít výsledky laktátového testu pro optimalizaci tréninku v jejich hlavním způsobu. I když změny rychlosti kraulu při laktátu 4 mmol/l (V4) zhruba korelují se změnami V4 pro znak, prsa a delfín, přesto nemohou být vždy přenášeny i u těchto ostatních

způsobů (obrázek číslo 4.4.). Tato korelace je totiž příliš slabá, abychom mohli spolehlivě odhadnout aerobní vytrvalost¹ (V4) u znaku, prsou nebo delfína, podle změřené V4 u kraulu.

- *Obrázek číslo 4.4.: Změny v rychlosti při 4 mmol/l u kraulu (V4) pouze zhruba koreluje se změnami ve V4 u znaku, prsou a delfína. Změny ve V4 u kraulu nemohou být vždy přeneseny či pozorovány u ostatních způsobů. Tato korelace je příliš slabá než abychom mohli spolehlivě odhadnout aerobní vytrvalost V4 u znaku, prsou nebo delfína, podle změřené V4 u kraulu.*



Změny v rychlosti při laktátu 4 mmol/l u prsou (BR), znaku (BA) a delfína (FLY)

v porovnání s kraulem

Evolution of V4 in FLY, BR or BA = vývoj V4 u delfína, prsou nebo znaku

Evolution of V4 on 400m FS = vývoj V4 na 400m kraul

V4 = the 4 mmol/l lactate speed = V4 = rychlost při laktátu 4 mmol/l

400 FS vs 200 FLY = 400 kraul versus 200 delfín

400 FS vs 400 BR = 400 kraul versus 400 prsa

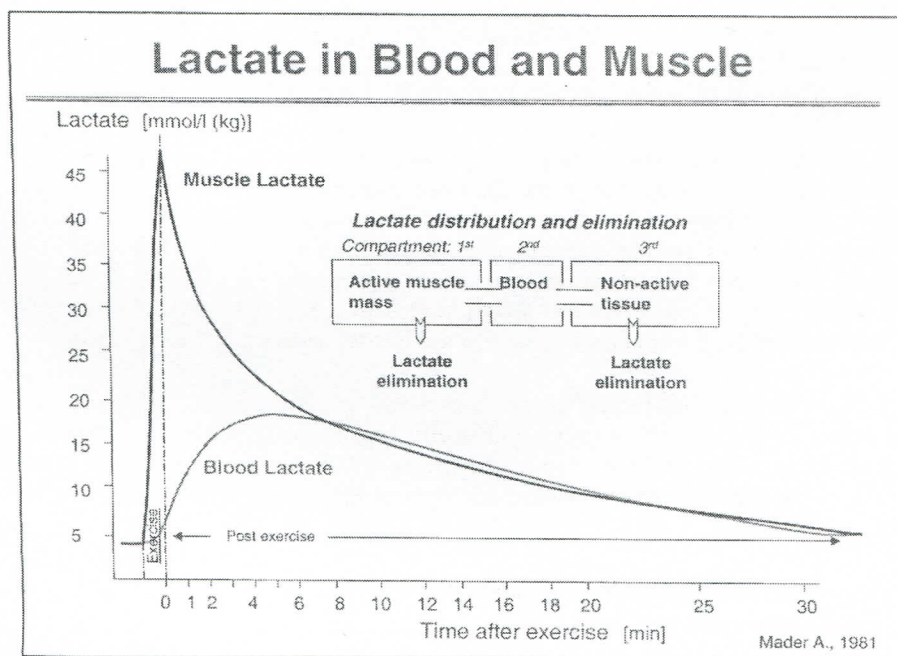
400 FS vs 400 BA = 400 kraul versus 400 znak

¹ Hovoříme zde o aerobní vytrvalosti, protože příspěvek aerobní kapacity nebo aerobního výkonu při rychlosti při laktátu 4 mmol/l, která zosobňuje aerobní vytrvalost není jasně definován.

Vzorky krve

Pro spolehlivé provedení laktátového testu je důležité odebrání arteriální krve (přednostně z ušního lalůčku nebo ze špičky prstu) a zachycení nejvyšší koncentrace laktátu (=nejvyšší pozátěžové hodnoty laktátu), protože pouze tato hodnota vypovídá o produkci laktátu ve svalech. Protože se laktát přesunuje ze svalů do krevního oběhu, kde se posléze měří, vždy bude existovat časový posun mezi dosažením nejvyšší koncentrace laktátu ve svalech a dosažením nejvyšší koncentrace laktátu v krvi (obrázek číslo 4.5.). Abychom se ujistili, že byla odebrána nejvyšší možná koncentrace laktátu v krvi po cvičení, měly by se odebrat nejméně dva vzorky krve.

- *Obrázek číslo 4.5. : Vývoj koncentrace laktátu ve svalech a v krvi během a po zátěži (Mader a kolektiv 1981).*



Laktát v krvi a ve svalech

Muscle lactate = laktát ve svalech

Blood lactate = laktát v krvi

Exercise = zátěž, Post exercise = po zátěži

Time after exercise = doba po ukončení zátěže

Lactate distribution and elimination = distribuce a eliminace laktátu

Compartment = část, úsek

Active muscle mass = aktivní svalová hmota

Blood = krev

Non-active tissue = neaktivní tkáň

Lactate elimination = eliminace laktátu

Po absolvování submaximálního úseku delšího než 100 metrů, postačí obvykle odebrání dvou vzorků – prvního v první minutě po dokončení úseku a druhého ve třetí minutě. Jestliže je hodnota druhého vzorku vyšší než hodnota vzorku prvního, je nezbytné odebrat třetí vzorek v páté minutě a případně i další vzorky, dokud nezačne hodnota laktátu klesat.

Čím intenzivnější a / nebo kratší je plavaný úsek (100m a méně) tím později se dostaví maximální koncentrace laktátu v krvi a tím více vzorků krve je nutno odebrat. Proto po absolvování maximálního úsilí začneme odebírat první vzorek ve třetí minutě a dále pak každé dvě minuty, dokud nezačne laktát v krvi opět klesat. Pomocí okamžitého analyzátoru lze snadno pozorovat, jestli laktát klesá či nebo nikoli. Jestliže však není přímé měření laktátu k dispozici, je nutné po krátkém maximálním úsilí odebrat vzorky krve ve třetí, páté, sedmé, desáté a dokonce dvanácté minutě, abychom se ujistili, že nám neunikne nejvyšší koncentrace laktátu v krvi.

Základy pro spolehlivou interpretaci výsledků laktátových testů

Interpretace výsledků laktátových testů není tak jednoduchá jak by se na první pohled mohlo zdát. Různé tréninkové série mohou totiž u jednoho plavce vyvolat stejné hodnoty laktátu. Avšak tato hodnota laktátu může odpovídat různým tréninkovým úsilím, zatížením a intenzitám a tedy vyvolávat rozdílné biologické adaptace (rozdílný tréninkový efekt). Mimoto může stejná koncentrace laktátu, měřená po určité tréninkové sérii, představovat pro různé plavce různou metabolickou aktivitu pracujících svalů, a proto mít pro každého plavce jiný význam.

Nová zjištění v oblasti laktátového testování pomáhají odpovědět na četné paradoxy klasické interpretace laktátových testů. Následující text se bude zabývat novou vědeckou teorií, která umožňuje trenérovi lépe porozumět laktátu a spolehlivě interpretovat výsledky laktátových testů.

Skutečnému významu laktátových testů můžeme porozumět pouze tehdy, uvážíme-li tři následující aspekty:

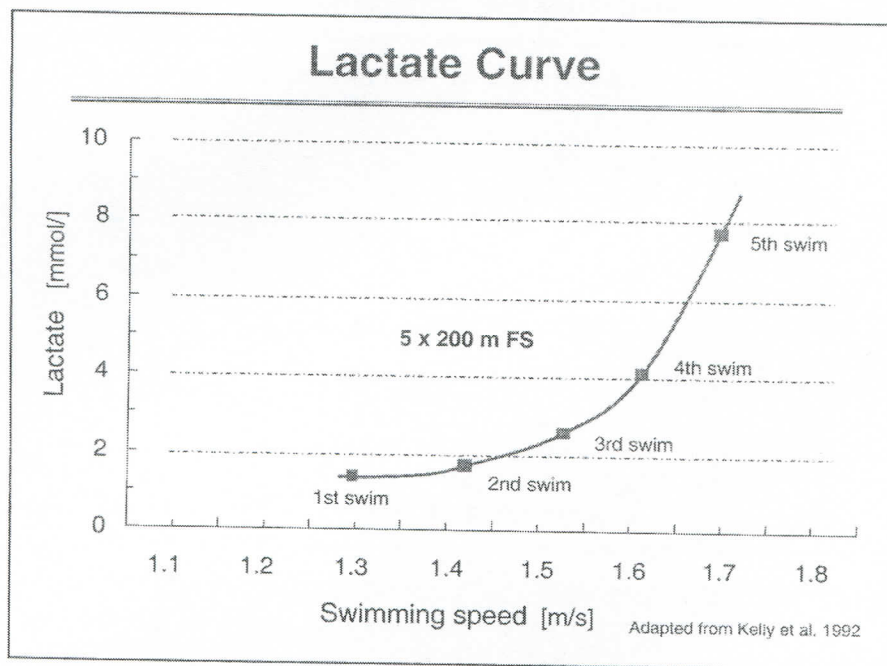
- absolutní hodnota vzorku
- poměr plavcovy aerobní a anaerobní kapacity zapojené do úsilí
- charakteristika tréninkového cvičení (objem, intenzita, délka úseku a odpočinek)

Laktátová křivka

Od té doby, kdy se ve sportu laktát používá k optimalizaci efektivnosti tréninku, se považuje laktátová křivka za výchozí bod pro popis a určení sportovcova kondičního profilu. Proto nejprve pohovoříme o původu a významu laktátové křivky.

Jestliže například plavec plave stupňované úseky, bude hodnota laktátu po prvním, velmi extenzivním opakování nízká, ale zcela jasně se bude od dosažení určité rychlosti zvyšovat (= nástup laktátu). Čím rychlejší je následující opakování, tím vyšší bude hodnota laktátu. Zanesením plavecké rychlosti do grafu rychlost – laktát společně s odpovídajícími hodnotami laktátu a spojením všech těchto bodů vznikne laktátová křivka (obrázek číslo 4.6.)

- *Obrázek číslo 4.6.: Laktátová křivka ukazuje vztah mezi laktátem a rychlostí pro určitá cvičení (Kelly a kolektiv 1992)*



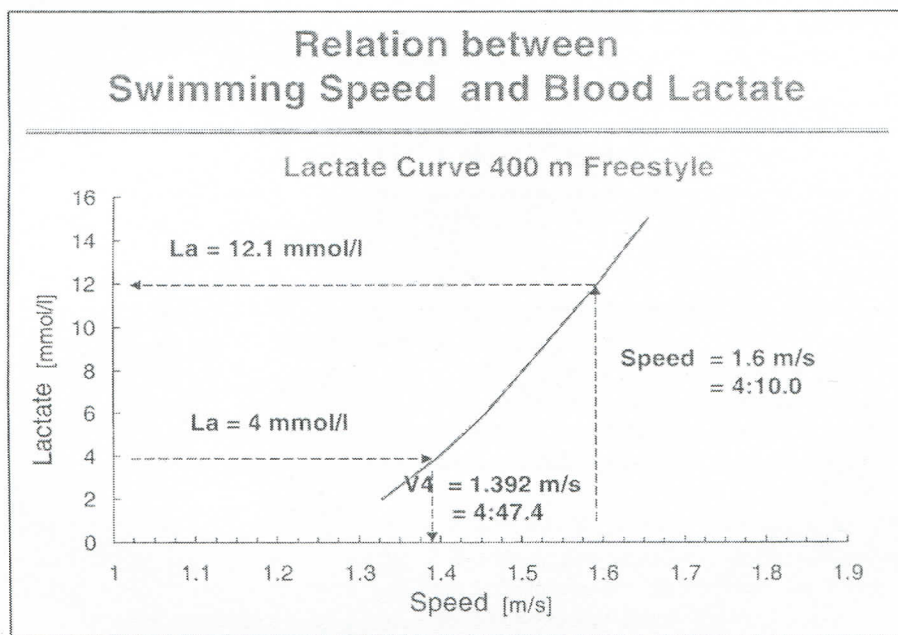
Laktátová křivka

Swimming speed = plavecká rychlost

FS =kraul

Tuto křivku můžeme použít pro určení rychlosti při dané hodnotě laktátu nebo obráceně, pro zjištění hodnoty laktátu pro danou rychlost. Obrázek číslo 4.7. ukazuje určení plavecké rychlosti, která odpovídá laktátu 4 mmol i očekávanou laktátovou koncentraci odpovídající rychlosti 1,6 m/s (4:10 min) na 400 metrů kraul.

- *Obrázek číslo 4.7. : Laktátová křivka ukazuje koncentraci krevního laktátu, kterou můžeme očekávat při různých plaveckých rychlostech a naopak, plaveckou rychlost, kterou můžeme očekávat při různých koncentracích laktátu. V tomto případě laktát 4 mmol/l odpovídá 1,392 m/s (4:47,4 min) a 1,6 m/s (4:10 min) odpovídá laktátu 12,1 mmol/l.*



Vztah mezi plaveckou rychlostí a krevním laktátem

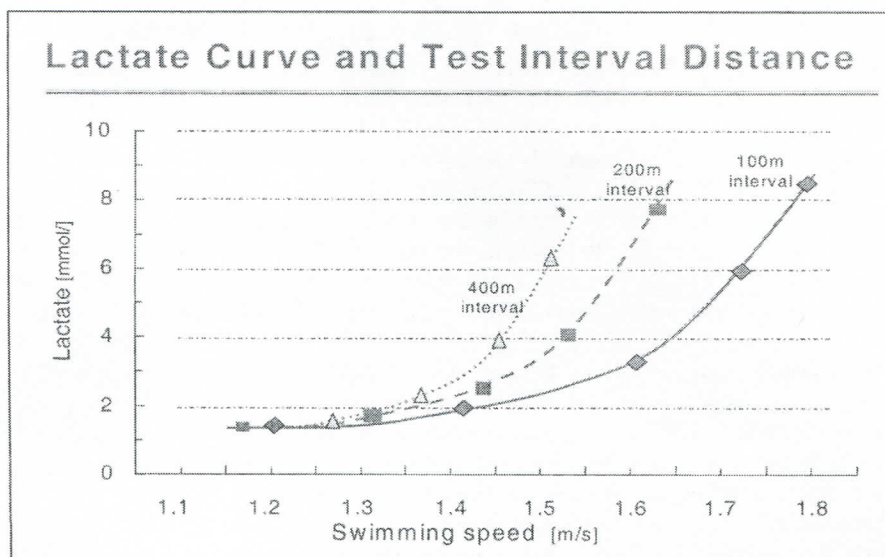
Laktátová křivka – 400m kraul

Lactate = laktát, speed = rychlost, V4 = rychlost při laktátu 4 mmol/l

Laktátová křivka tedy odráží vztah mezi rychlostí a laktátem pro specifická cvičení, která plavec provádí. Podle délky každého opakování i odpočinku mezi každým opakováním se však tvar a / nebo poloha laktátové křivky mění:

- čím delší je plavaný úsek, tím dříve (při nižší plavecké rychlosti) dochází k nástupu laktátu (obrázek číslo 4.8.)
- čím delší je testovaná vzdálenost, tím vyšší je koncentrace laktátu pro jakoukoliv zvolenou rychlost, která je rychlejší než rychlost, při které dochází k nástupu laktátu (obrázek číslo 4.8.)
- krátký odpočinek mezi opakováními vytváří exponenciální křivku, zatímco absolutní zotavení povede k téměř lineární křivce (obrázek číslo 4.9.)

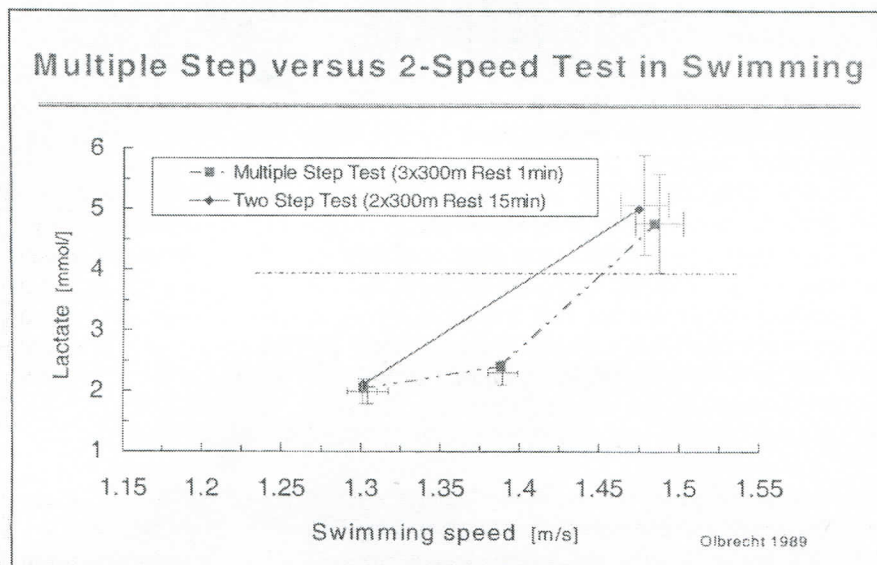
- v porovnání s absolutním zotavením mezi jednotlivými úseky povede krátký odpočinek k pozdějšímu nástupu laktátu (při vyšší rychlosti), ale k vyšší koncentraci laktátu při střední až vyšší plavecké rychlosti (obrázek číslo 4.9.)
- *Obrázek číslo 4.8. : Čím delší je testovaná vzdálenost, tím dříve (při nižší plavecké rychlosti) dochází k nástupu laktátu.*



Laktátová křivka a délka testovaného úseku

400 m interval, 200 m interval, 100 m interval = úsek 400, 200, 100 metrů

- Obrázek číslo 4.9.: Vliv testovacího protokolu na laktátovou křivku. Všichni plavci provedli oba typy testovacího protokolu.



Stupňovitý test versus dvou-rychlostní plavecký test

Multiple step test (3 x 300m rest 1 min) = stupňovitý test (3 x 300m odpočinek 1 min)

Two step test (2x 300 rest 15 min) = dvou stupňovitý test (2 x 300m odpočinek 15 min)

Posun laktátové křivky : Vzájemné působení aerobního a anaerobního systému na laktátovou křivku

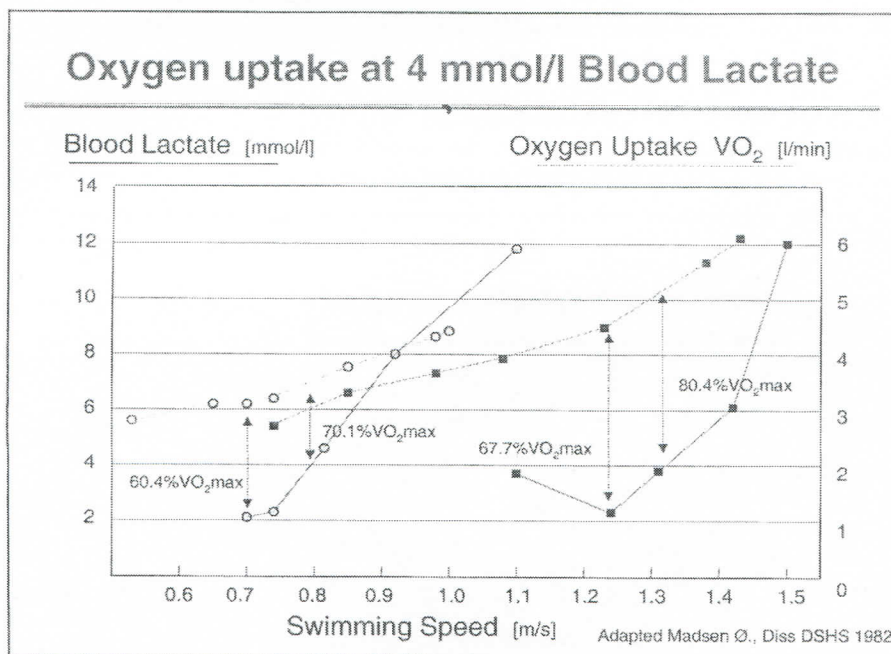
U cvičení delších než dvě minuty se laktát v krvi prudce zvedá (= nástup laktátu), jestliže se plavec přiblíží k limitu své aerobní kapacity (= maximální spotřeby kyslíku nebo $VO_2 \text{ max}$). Čím vyšší je plavcova $VO_2 \text{ max}$ (aerobní kapacita), tím rychleji je schopen plavat před tím, než se dostaví nástup laktátu. V diagramu laktát - rychlost, posouvá zvýšení aerobní kapacity laktátovou křivku směrem doprava. Výsledkem bude zvýšení plavecké rychlosti odpovídající laktátu 4 mmol/l (V_4). To vedlo po dlouhá léta k přesvědčení, že rychlejší V_4 (rychlost při laktátu 4 mmol/l) je bezpodmínečně spojena se zlepšením $VO_2 \text{ max}$.

Tento přístup byl jednoduchý a byl široce používán, ale brzy se objevily některé nevysvětlitelné problémy s laktátovým testováním. Mnoho trenérů a sportovních odborníků si povšimlo, že v průběhu sezóny se často V_4 nebo jiný ukazatel vytrvalosti u plavců nezlepšovala nebo dokonce zhoršovala, ale přesto se plavci v závodech zlepšovali. Vystaly otázky, došlo-li k nějakému dalšímu zlepšení aerobní vytrvalosti nebo, že laktátové testy nejsou dobrým prostředkem ke měření aerobní vytrvalosti. Protože věříme, že teorie byla dobrá, a že docházelo ke zlepšování aerobní kapacity, je zřejmé že v interpretaci výsledků laktátových testů něco chybělo.

Zpozorovali jsme, že nástup laktátu i V4, nenastával u všech plavců při stejném procentu $\text{VO}_2 \text{ max}$ (obrázek číslo 4.10.). Například u plavce A došlo k prudkému nárůstu laktátu v krvi při zhruba 60% jeho $\text{VO}_2 \text{ max}$, zatímco $\text{VO}_2 \text{ max}$ u plavce B nastal při 70 % jeho aerobní kapacity. Tento rozdíl v příspěvku aerobní kapacity může být vysvětlen plavcovou úrovní anaerobní kapacity (maximální kapacity produkce laktátu / pyruvátu za sekundu = glykolýza). Čím vyšší je anaerobní kapacita (VL_{amax}), tím dříve se anaerobní systém zapojuje do dodávky energie a tím dříve se objeví nástup laktátu. Na rozdíl od zvýšení aerobní kapacity, které bude posouvat laktátovou křivku doprava, zvýšení anaerobní kapacity posune laktátovou křivku doleva, a proto zpomalí V4. Dále zvýšení anaerobní kapacity také sníží procento $\text{VO}_2 \text{ max}$ při nástupu laktátu a při V4 (rychlost při laktátu 4 mmol/l). Jestliže V4 zůstává stejná, ale anaerobní kapacita se zvýší, V4 souvisí s nižším procentem $\text{VO}_2 \text{ max}$ a je tudíž spojena s vyšším $\text{VO}_2 \text{ max}$.

Protože zlepšení anaerobní kapacity zpravidla nastává v průběhu sezóny, kdy je anaerobní trénink stále více zdůrazňován, může V4 zůstat stejná nebo se dokonce zhoršit i přes nezměněnou nebo dokonce zlepšenou hodnotu $\text{VO}_2 \text{ max}$.

- Obrázek číslo 4. 10.: Kyslíková spotřeba (---) a koncentrace laktátu (____) během série s progresivně se zrychlujícími úseky. Procento $\text{VO}_2 \text{ max}$ dosažené při nástupu laktátu a při laktátu 4 mmol/l je vyznačeno pro studenta (o) a elitního plavce (■).



Kyslíková spotřeba při laktátu 4 mmol/l

Závěr:

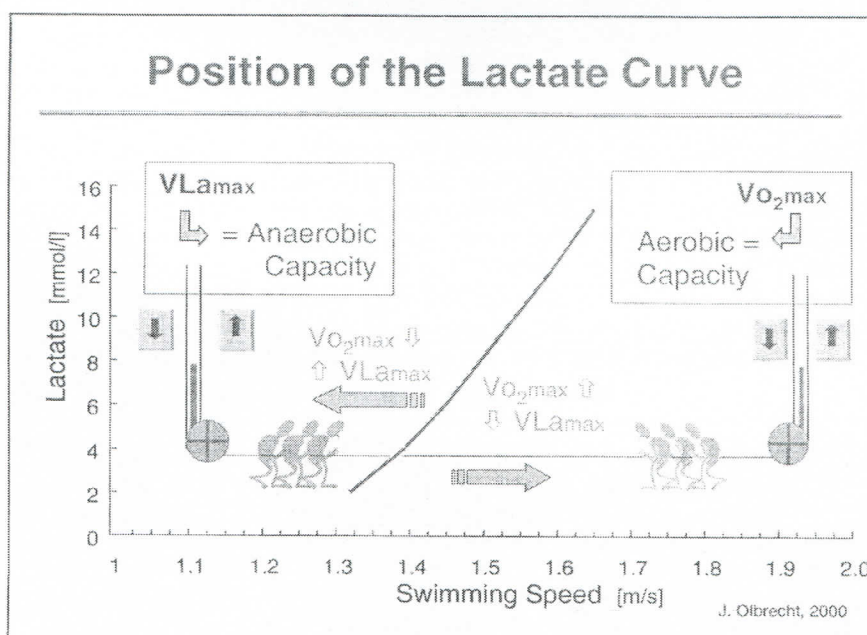
Poloha laktátové křivky je určena **nejen** aerobní kapacitou (jak se věřilo po dlouhá léta), ale také anaerobní kapacitou. Zjednodušeně můžeme říct, že:

- zvýšení aerobní kapacity má za následek posunutí laktátové křivky doprava
- zvýšení anaerobní kapacity má za následek posunutí laktátové křivky doleva
- snížení aerobní kapacity posune laktátovou křivku doleva
- snížení anaerobní kapacity posune laktátovou křivku doprava

Konečná poloha laktátové křivky závisí na rovnováze mezi aerobní a anaerobní kapacitou.

Toto může být graficky vyjádřeno kladkovým systémem na každé straně laktátové křivky (obrázek číslo 4.11.). Na pravé straně je kladka aerobní kapacity ($\text{VO}_2 \text{ max}$). Čím vyšší je hodnota $\text{VO}_2 \text{ max}$, tím větší je síla, která táhne laktátovou křivku doprava. Na levé straně je kladka anaerobní kapacity (VLamax). Čím vyšší je hodnota VLamax , tím větší je síla, která táhne křivku doleva. Konečná poloha laktátové křivky bude v místě, kde jsou obě síly vyváženy.

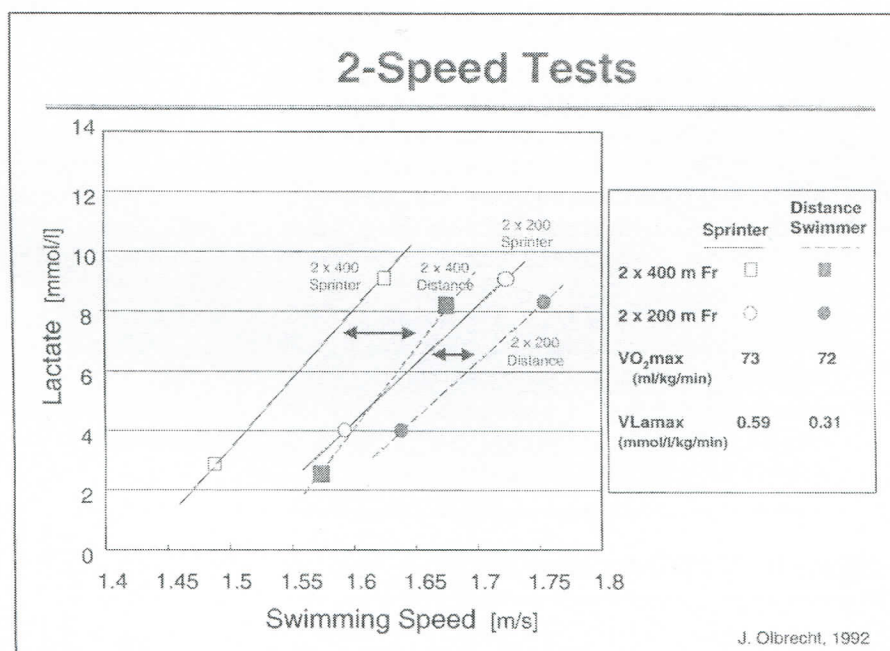
- *Obrázek číslo 4.11.: Konečná poloha laktátové křivky závisí na rovnováze mezi aerobní a anaerobní kapacitou.*



Poloha laktátové křivky

Je tedy zřejmé, že sprinter s vysokou hodnotou V_{Lmax} a také „světovou“ aerobní kapacitou nebude mít nikdy laktátovou křivku položenou tak daleko vpravo jako špičkový vytrvalec, který má stejnou aerobní kapacitu, ale nižší V_{Lmax} . Příklad uvedený v obrázku číslo 4.12. ukazuje, že laktátová křivka „světového“ sprintera je umístěna nalevo od křivky „světového“ vytrvalce. Tento fakt není dán rozdílem mezi aerobní kapacitou tohoto špičkového sprintera a vytrvalce, ale různým vyvážením jejich individuálních aerobních a anaerobních kapacit. Protože jsou však jejich aerobní kapacity téměř identické, je to sprinterova vyšší anaerobní kapacita, která drží křivku nalevo.

- *Obrázek číslo 4.12.: poloha laktátové křivky vytrvalce vpravo od laktátové křivky sprintera není vždy výsledkem lepší aerobní kapacity, ale může stejně tak být způsobena nižší anaerobní kapacitou.*



Dvou-rychlostní testy

Experimentální výzkum, při kterém byla během plavání měřena maximální kyslíková spotřeba, potvrzuje tato zjištění a vykazuje téměř shodnou aerobní kapacitu ($VO_2 max$) u světového sprintera stejně jako u světového vytrvalce. Rozdíl mezi laktátovými křivkami není proto způsoben různou aerobní kapacitou, ale rozdílnou úrovní anaerobní kapacity (mnohem vyšší anaerobní kapacity sprintera).

Interpretace laktátové křivky

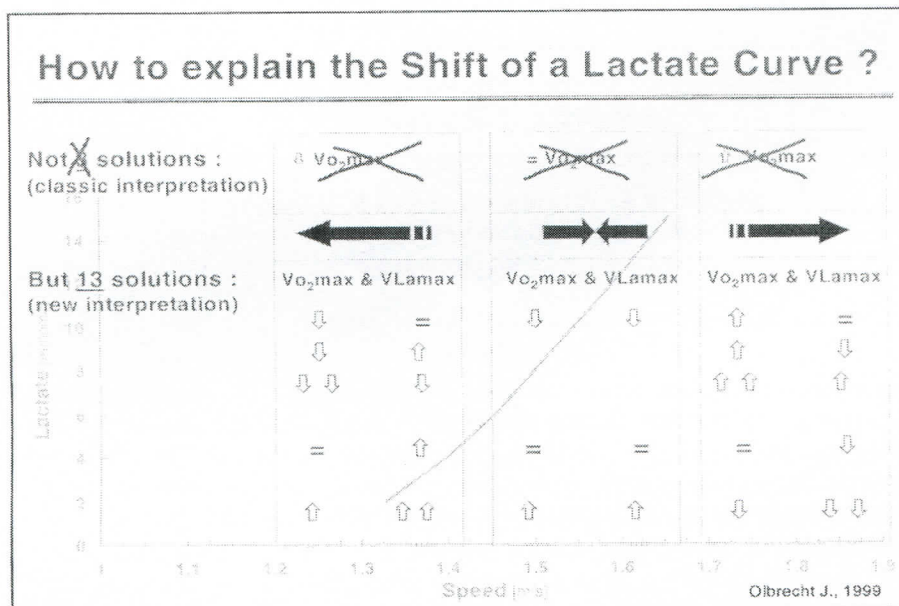
Po dlouhá léta jsme se domnívali, že interpretace laktátové křivky a výsledků laktátových testů je zcela jednoduchá:

Čím více je křivka posunuta doprava = tím větší je aerobní kapacita a proto:

- posun doprava = lepší aerobní kapacita
- posun doleva = horší aerobní kapacita
- bez posunu = aerobní kapacita nezměněna

Tato klasická interpretace, však vedla k mnoha zavádějícím hodnocením výkonnosti plavce a špatným tréninkovým radám. Poslední výzkumy ukázaly, že jelikož aerobní i anaerobní kapacity určují pozici laktátové křivky:

- je nezbytně nutné zvážit obě kapacity jako celek před vyhodnocením a interpretací posunu laktátové křivky.
- nejsou pouhé 3 ale 13 způsobů k vysvětlení posunu laktátové křivky, což dělá interpretaci mnohem složitější, komplexnější, ale také přesnější a spolehlivější (obrázek číslo 4.13.)
- *Obrázek číslo 4.13.: Ne tři (klasické interpretace), ale ve skutečnosti 13 různých důvodů pro změnu v poloze laktátové křivky.*



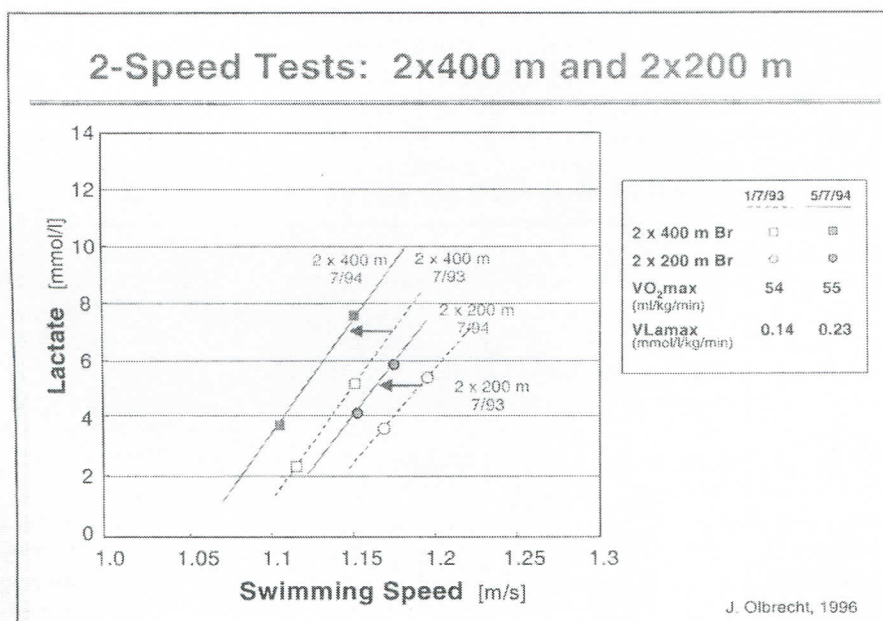
Jak vysvětlit posun laktátové křivky?

Not 3 solutions: (classic interpretation) = ne 3 řešení (klasická interpretace)

But 13 solutions : (new interpretation) = ale 13 řešení (nová interpretace)

Například, posun laktátové křivky doprava automaticky neodráží zlepšení aerobní kapacity. Ve skutečnosti, při zhoršení anaerobní kapacity, síla, která táhne křivku doleva zeslábne a to má za následek posun laktátové křivky doprava, beze jakékoliv změny aerobní kapacity. Laktátová křivka se tedy posune doprava ne kvůli zlepšení aerobní kapacity, ale kvůli zhoršení anaerobní kapacity. Tento jev platí i obráceně. Posun křivky doleva nemusí bezpodmínečně znamenat snížení aerobní kapacity, ale může být následkem zlepšení anaerobní kapacity- síla táhnoucí vlevo se zvýší, zatímco tah na druhé straně zůstává stejný, což povede k posunu křivky doleva (obrázek číslo 4.13.a.). Klasická interpretace laktátové křivky v obrázku 4.13.a. ukazuje na snížení aerobní kapacity, avšak simulační model vysvětluje, že posun doleva je následkem zlepšené anaerobní kapacity a nezměněné aerobní kapacity. Toto vysvětlení mnohem více odpovídá plavcově pokroku i jeho tréninkovým i závodním výsledkům.

- *Obrázek číslo 4.13.a.: Posun laktátové křivky doleva i přes nezměněnou aerobní kapacitu.*



Dvou rychlostní test: 2 x 400m a 2 x 200 m

A celý proces v pozadí posunu laktátové křivky může být ještě složitější. Například, snížení aerobní kapacity může také způsobit posun laktátové křivky doprava, jestliže se anaerobní kapacita sníží ještě víc. Potom se síla táhnoucí doleva sníží ještě víc než síla působící vpravo, což vede k posunu laktátové křivky doprava.

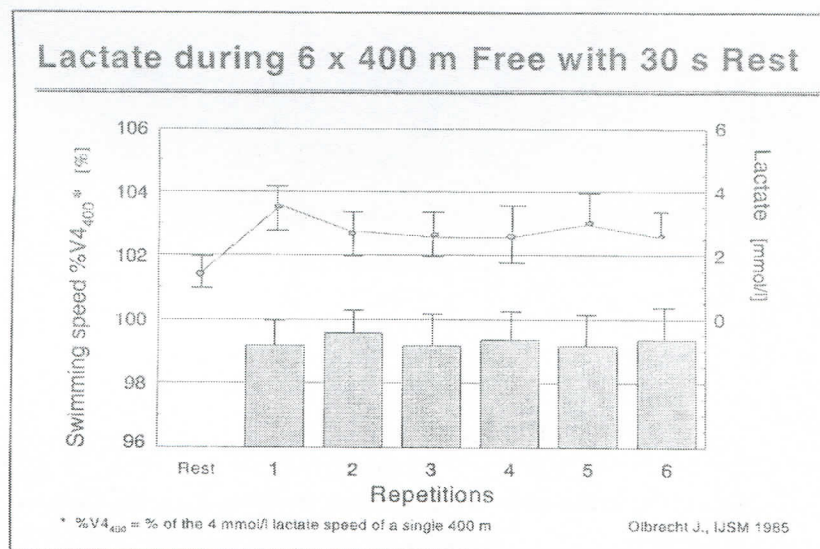
Laktátové testování v tréninku

Také charakteristika tréninkového cvičení silně ovlivňuje výsledek laktátového testu. Výsledek testu o laktátu 3 mmol/l dosažený po jednotlivé 400 m nebo po sérii 6 x 400m s odpočinkem 30 vteřin musí být interpretován rozdílně, protože musí být připsován:

- různému použití metabolických procesů
- různým plaveckým rychlostem

Abychom toto tvrzení prokázali, požádali jsme skupinu plavců, aby plavali sérií 6 x 400 metrů s odpočinkem mezi úseky 30 vteřin, konstantní rychlostí odpovídající laktátu 3,5 mmol/l po jednotlivém úseku 400 metrů (obrázek číslo 4.14.). Po prvním opakování bylo skutečně dosaženo hodnoty laktátu 3,5 mmol/l. Po druhém a třetím opakování plavaným stejně jako v prvním případě tou samou rychlostí, jsme naměřili snížení koncentrace laktátu v průměru na 2,7 mmol/l, která se již téměř neměnila až do dokončení série.

- *Obrázek číslo 4.14.: Vývoj koncentrace krevního laktátu během série 6 x 400 metrů s odpočinkem 30 vteřin plavané konstantní rychlostí odpovídající hodnotě laktátu 3,5 mmol/l po jediném úseku 400 metrů.*



Laktát během série 6 x 400 m kraul s intervalem 30"

Swimming speed % V₄₀₀ = procento rychlosti jednotlivé 400 m plavané na laktát 4 mmol/l

Repetitions = opakování

Co se ve skutečnosti stalo?

Během prvních tří opakování se příspěvek aerobního metabolismu, který vyžaduje určitý čas, před tím než je schopen dodávat požadované množství energie, postupně zvyšoval a postupně převládl nad prací anaerobního laktátového systému. To vede nejen ke snížení produkce laktátu / pyruvátu, ale také zvýšení odstraňování laktátu / pyruvátu, protože laktát / pyruvát je použitý jako palivo. Následkem toho se na konci této série dostává do krve méně laktátu. Koncentrace laktátu v krvi tedy klesla.

Jestliže však trenér vyžaduje, aby byla tato série dokončena s laktátem 3,5 mmol/l, pak musí plavce požádat, aby plavali v průběhu série zrychlovaně. Rychlost, která u série 6 x 400 metrů odpovídá laktátu 3,5 mmol/l, je tedy zcela jasně vyšší než rychlost, která vede k laktátu 3,5 mmol/l po jediném úseku.

Interpretace výsledků laktátových testů při tréninku

V tréninku, stejně jako během testu, rovnováha mezi aerobní a anaerobní kapacitou ovlivňuje význam hodnoty laktátu. Jestliže trenér požádá dva plavce, aby absolvovali stejnou sérii se stejnou koncentrací laktátu, často předpokládá, že oba plavci trénují stejnou intenzitou. Toto se však stává jen zřídka kdy.

Například, dva plavci, bez ohledu na to, mají-li stejnou hodnotu V_4 , absolvují stejnou tréninkovou sérii na laktát 3 mmol/l. Plavec s vyšší aerobní kapacitou spálí více laktátu / pyruvátu a je proto nucen ho i více produkovat než jeho tréninkový kolega s nižší aerobní kapacitou. Výsledkem bude vyšší příspěvek anaerobního systému u lépe vytrvalostně trénovaného plavce, přestože oba dosáhnou po stejné sérii stejné hodnoty laktátu 3 mmol/l.

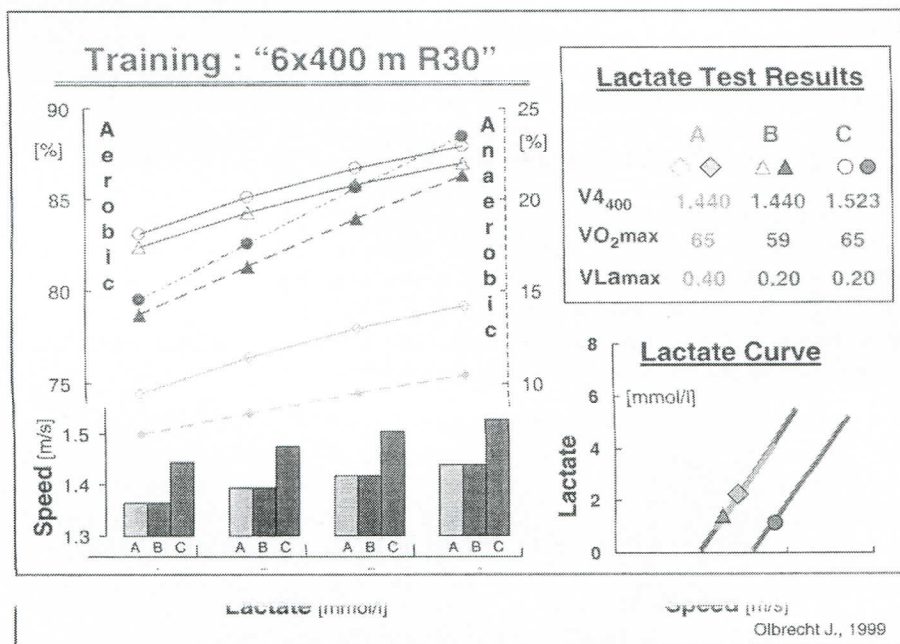
Tato situace může být demonstrována simulací série 6 x 400 metrů s intervalem 30 vteřin pro tři plavce s různými aerobními a anaerobními kapacitami ve čtyřech různých rychlostech. Rychlosti byly vybrány tak, aby každý plavec dosáhl po dokončení cvičení koncentrace laktátu v krvi 1, 2, 3 a 4 mmol/l (obrázek číslo 4.15.). Plavec A má vyšší aerobní i anaerobní kapacitu než plavec B (viz horní pravá část grafu). Kapacity obou plavců mají přesto za následek stejnou laktátovou křivku (viz dole vpravo) při stejných rychlostech, které produkují laktát 1, 2, 3 a 4 mmol/l po dokončení simulačního tréninku (viz dole vlevo). Přesto, že oba plavci mají stejnou laktátovou křivku, stejnou rychlost a stejnou koncentraci laktátu během série 6 x 400 metrů, aerobní i anaerobní kapacity plavce A jsou zcela jasně méně zapojeny než obě kapacity u plavce B. Při laktátu od 1 do 4 mmol/l využívá plavec A svoji aerobní a anaerobní kapacitu na 74 až 78 % VO_2 max (aerobní kapacita) a na 6 až 10 %

VLamax (anaerobní kapacita), zatímco plavec B využívá při stejných hodnotách laktátu aerobní kapacitu na 83 až 86 % a anaerobní kapacitu na 15 až 22 % (viz nahoře vlevo)

Tato tréninková série tedy bude mít na oba plavce jiný vliv a vyvolá proto u každého z nich jiné tréninkové adaptace- v tomto případě zlepšení aerobní kapacity u plavce A a zlepšení aerobního výkonu u plavce B. Jestliže budou plavec A i plavec B trénovat stejným způsobem několik týdnů, plavec B podstupuje mnohem větší riziko přetrénování, protože stresuje mnohem intenzivněji svůj aerobní i anaerobní metabolismus.

Plavec C je klasickým příkladem dobrého vytrvalce s dobrou aerobní ale slabou anaerobní kapacitou. Pro tohoto plavce povede série 6 x 400 metrů při laktátu 1, 2, 3 a 4 mmol/l k mnohem většímu tréninkovému zatížení jeho metabolických systémů než u plavců A a B. Aby snížili tréninkovou zátěž na normální úroveň, budou muset plavci B i C v sérii 6x 400 zpomalit a trénovat při nižší hladině laktátu než plavec A.

- *Obrázek číslo 4. 15.: Různý metabolický vliv série 6 x 400 metrů s intervalem 30“ mezi jednotlivými opakováními, která vede k laktátovým koncentracím 1, 2, 3 a 4 mmol/l na konci série pro tři plavce A, B a C s různými aerobními a anaerobními kapacitami. Těchto výsledků bylo dosaženo simulací (viz text).*



Proto, jestliže plavec zkombinuje velmi dobrou aerobní kapacitu s nízkou anaerobní kapacitou – což je obvykle případ většiny vytrvalců, je zřejmé že:

- bude zapotřebí většího příspěvku aerobní i anaerobní práce, aby tento plavec dosáhl například laktátové koncentrace 3 mmol/l. Plavec bude nucen používat více svých aerobních a anaerobních rezerv než jeho tréninkoví partneři s větší anaerobní kapacitou.
- tento plavec bude mít problémy s hromaděním laktátu během dlouhých souvislých úseků nebo dlouhých intervalových sérií. Proto pro tohoto plavce není neobvyklé plavat dlouhou vyrovnanou tréninkovou sérií a zhroutit se vyčerpaný při laktátové koncentraci 2 či 3 mmol/l.

Na druhé straně plavec s nevelkou anaerobní kapacitou a dobrou aerobní kapacitou snadno dosáhne u dlouhých vytrvalostních sérií vysokých, ale naakumulovaných hodnot laktátu.

Ve skutečnosti se často stává, že dobří vytrvalci dosáhnou po dlouhé vytrvalostní trati vyšších hladin laktátu než sprinteři, přestože jejich anaerobní kapacita je nižší. Avšak u sprintera povede jeho vysoká anaerobní kapacita k rychlému zakyslení svalových buněk, které zpomalí energetické procesy, což vede ke snížení úsilí a prakticky k žádné další akumulaci laktátu, protože jeho produkce je přitlumena a tím jsou buňky chráněny. Navíc rychlá a mohutná aktivace anaerobního systému brání vysokému příspěvku aerobního systému během zatížení trávajícího déle než dvě minuty.

Závěr

Rovnováha mezi aerobní a anaerobní kapacitou určuje:

- do jaké míry určitá tréninková série při dané laktátové koncentraci zapojuje metabolický systém a tím také
- laktátovou koncentraci, která odpovídá dané tréninkové zátěži.

Eliminace laktátu

Proces odstraňování laktátu nastává během zátěže i po zátěži a má vliv na polohu laktátové křivky. Základní výzkumy ukázaly, že rychlost odstraňování laktátu závisí převážně na spotřebě kyslíku během cvičení a na koncentraci laktátu ve svalech. V závislosti na těchto zjištěních (viz pokročilé laktátové testování) vypočítá simulační program maximální rychlost

odstraňování laktátu i odstraňování laktátu během zátěže, aby se určil jeho vliv na polohu laktátové křivky.

Laktátový práh

O laktátovém testování, aerobním a anaerobním prahu, existuje-li nebo neexistuje-li individuální anaerobní práh a laktátový rovnovážný stav se často hovoří. Až donedávna jsme věnovali velmi málo času diskusi o laktátových prazích v plavání z několika důvodů:

- Existuje mnoho různých definic prahů s ohledem na aerobní a anaerobní dodávku energie a každá má jiný fyziologický význam. Jediný metabolický práh, který může být považován za spolehlivý zdroj informací pro vytrvalostní výkon sportovce, je maximální hodnota laktátového rovnovážného stavu (v Evropě- MaxLass a laktátový práh v USA), který je definován jako maximální plavecká rychlost, která může být udržena po dobu delší než 20 minut při konstantní koncentraci laktátu. V tomto bodě (MaxLass) se odstraňování laktátu rovná produkci laktátu. Rychlost, kterou je možné při MaxLass dosáhnout určuje plavcův aerobní výkon. Vysoká kapacita odstraňování laktátu umožňuje anaerobnímu systému dodávky energie přispívat větší mírou během dlouhodobého úsilí bez zvětšování koncentrace laktátu.
- Experimentální určení MaxLass je velmi pracné a časově náročné a zabírá čas a úsilí potřebné pro trénink. Pro elitní plavce se však snažíme vyvarovat ztrát tréninkového času vypočítáním MaxLass pomocí simulačního programu, který používá výsledky z jiných laktátových testů.
- Rozdílné metody sloužící k určení metabolických prahů, které jsou založeny na několikanásobných stupňovitých testech, jsou nejenom velmi časově náročné, ale jsou i předmětem intenzivních diskusí o jejich platnosti a reprodukovatelnosti. Je velmi jednoduché určit pevný aerobní (laktát 2 mmol/l) a pevný anaerobní práh (laktát 4 mmol/ l), metodologie k určení individuálního anaerobního prahu (který se mění od 1 do 6 mmol/l) je však na druhé straně mnohem složitější a také mnohem kontraverznější co se týče spolehlivosti a platnosti použitých metod.

V ranných obdobích historie laktátového testování se velmi často předpokládalo, že anaerobní práh je ideální intenzitou tréninku pro zlepšení aerobní vytrvalosti. Pozdější studie i praktické zkušenosti však ukázaly, že toto tvrzení není pravdivé. Z fyziologického pohledu a z hlediska tréninkové vědy existuje velmi málo důkazů, že by plavání na úrovni anaerobního prahu bylo jedinou a nejlepší intenzitou pro vytrvalostní trénink. Biologické adaptace, které jsou nezbytné k dosažení zlepšení aerobní vytrvalosti, jsou velmi složité a není možné jich

dosáhnout jedinou tréninkovou intenzitou. Pouze kombinace různých typů tréninkových cvičení, z nichž každé vyvolává specifický tréninkový efekt, zlepší sportovcovu aerobní výkonnost a nakonec zajistí úspěch v závodě.

Jelikož neexistuje žádný vědecký důkaz, že by trénink na úrovni aerobního nebo anaerobního prahu měl jakoukoliv výhodu proti dobře vyváženému tréninkovému programu z různých typů tréninku, nevyplatí se investovat čas do zjišťování spolehlivého anaerobního prahu (= laktátového prahu nebo – MaxL_{ass}). Informace získané určením laktátového prahu nejsou žádnou dodatečnou pomocí ke zlepšení efektivnosti tréninku. Proto by určování aerobního nebo anaerobního prahu mělo zůstat vyhrazeno pouze pro akademické účely.

Všechny spekulace stejně jako nedostatek jasných informací o prahu jsou jak trenérům, tak i plavcům spíše na škodu. Proto budeme termíny jako pevný aerobní nebo anaerobní práh, individuální anaerobní práh nebo laktátový „steady state“ používat velmi málo, abychom předešli zavádějícímu spojení s „ideální tréninkovou intenzitou“.

Laktátové testování – návrh a provedení

Je možné prohlásit, že laktátová měření odrážejí aktivitu obou – aerobního i anaerobního metabolismu. V kombinaci s plaveckou rychlostí umožňují:

1. určit aerobní a anaerobní kapacitu plavce
2. postihnout silné a slabé stránky výkonnosti vzhledem k oběma kapacitám
3. určit, pro nadcházející tréninkové období, tréninkové cíle, dávkování a uspořádání různých typů tréninkových cvičení
4. určit tréninkovou intenzitu a objem vhodný pro různé tréninkové prvky
5. vyhodnotit změny v metabolickém výkonu a tím určit efektivnost tréninku a do co největší míry eliminovat nedůležitá tréninková cvičení.

Věk Laktátové testy mohou být prováděny bez ohledu na věk plavce. Avšak přeměnění výsledků testů na praktickou tréninkovou radu bude snadnější, jestliže je plavec schopen produkovat velké množství laktátu. Protože mladí plavci nejsou schopni vytvořit velké množství laktátu, je u nich použití laktátových testů velmi často obtížné. Výjimečně mohou někteří mladí plavci, dokonce i ve věku osmi let, produkovat více laktátu než dospělí plavci. Proto by nebylo správné určovat pouze na základě věku, pro koho má laktátový test význam a pro koho ne. Vědět, zda-li je mladý plavec schopen produkovat hodně nebo pouze málo laktátu je neobyčejně užitečné při sestavování správného a vhodného tréninkového programu pro mladé plavce.

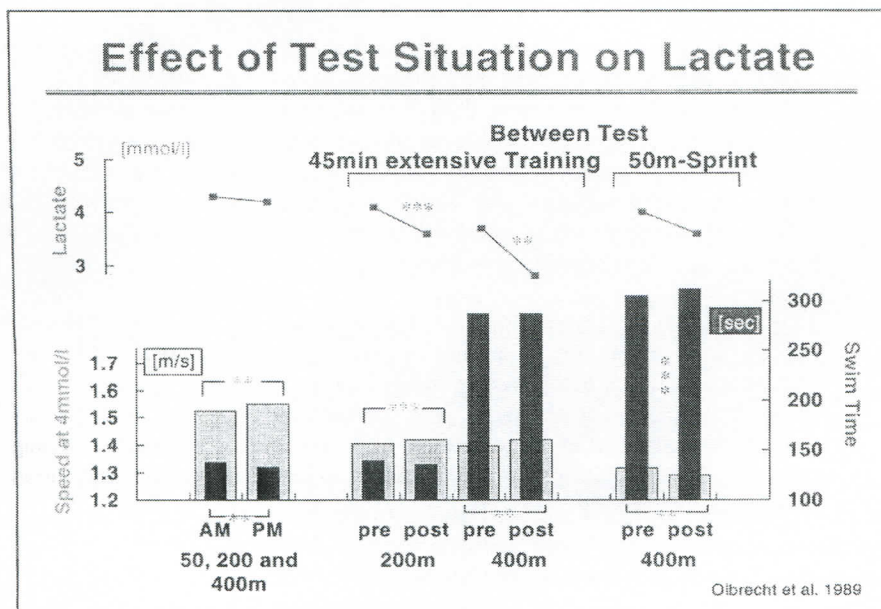
kondice, pro vyhodnocení efektivnosti tréninku a pro určení tréninkové osnovy na další období, by bylo jistě velmi zavádějící.

V menším rozsahu nastává podobné vzájemné působení po intenzivním plaveckém tréninku, který probíhal v předcházejících 24 hodinách před laktátovým testem

- testovaná situace by měla být vždy porovnatelná (délka bazénu, ráno nebo odpoledne, srovnatelné období v periodizaci, strava atd.....)

Zjistili jsme, že plavec může plavat odpoledne asi o 1 vteřinu rychleji na 100 metrů při stejné submaximální laktátové koncentraci ve srovnání s raním tréninkem (obrázek číslo 4.16.)

- *Obrázek 4.16.: Vliv doby provedení testu na hodnoty laktátu*



Efekt doby provedení testu na laktát

Between test = mezi testem

45 min extensive training = 45 minut volného plavání

50-m sprint = 50 m sprint

Speed at 4 mmol/l = rychlost při laktátu 4 mmol/l

AM = ráno, PM = odpoledne

pre = před, post = po

Swim time = zaplavaný čas

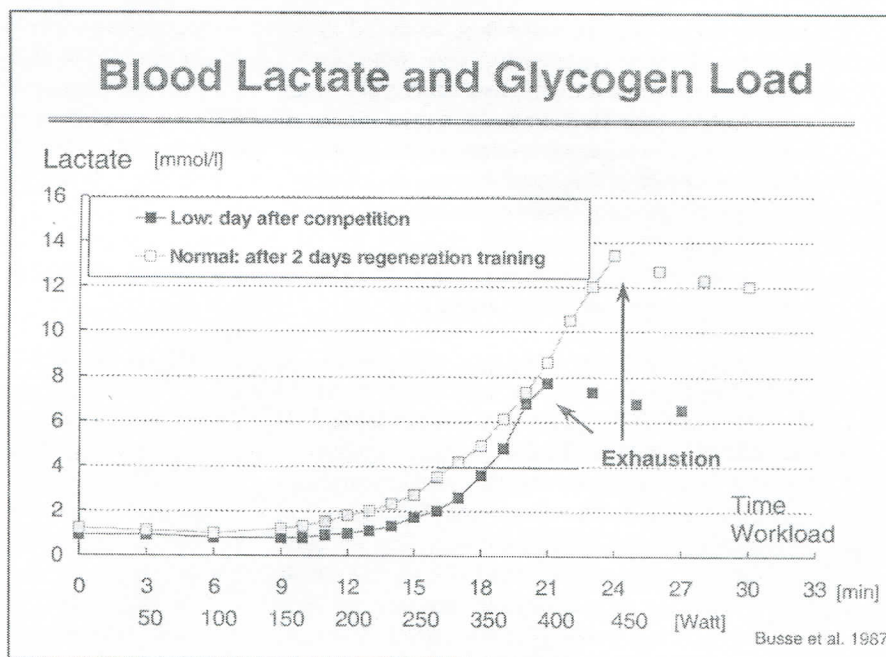
To znamená, že by laktátový test měl být prováděn vždy ve zhruba stejnou denní dobu, zejména pracujeme-li se špičkovými plavci. U těchto plavců je totiž vzhledem k jejich vysoké výkonnosti, již velmi malý prostor ke zlepšování a proto je nutné zajistit, že malé rozdíly jsou skutečně způsobené změnou kondice a ne následkem rozdílného času testování.

Kromě stejné denní doby je nutné také zajistit, aby „okolní“ tréninky neovlivnily laktátové hodnoty (viz obrázek číslo 4.16.). Například, vložíme-li 45 minutový extenzivní trénink, (okolo 1,5 mmol/l) mezi dva submaximální úseky (200 nebo 400 metrů), bude druhý úsek zaplavaný rychleji a s nižší koncentrací laktátu po zátěži v porovnání s prvním úsekem, plavaným bezprostředně po rozplavání (1100 metrů). A na druhé straně 50-ti metrový sprint vložený mezi dva 400 metrové submaximální úseky má opačný efekt na vztah laktát-rychlost. V tomto testovacím modelu (400 metrů submaximálně, 15 minut regeneračního plavání, 50 metrů sprint, 15 minut regeneračního plavání a potom druhý 400 metrový submaximální úsek) nebude mít plavec významně rozdílnou laktátovou koncentraci po prvním a druhém úseku, ale bude plavat druhých 400 m podstatně pomaleji.

Mimoto je nutné provádět laktátové testy vždy ve srovnatelném období tréninkové periodizace. Například, jestliže plavec právě dokončil dlouhé tréninkové období (více než 7 dní) s vysokým objemem nebo intenzitou tréninku, může být snížena hladina glykogenu ve svalech a proto je utlumena glykolytická aktivita, která zodpovídá za produkci laktátu. V takové situaci je produkce laktátu snížena, což má za následek pozdější nástup akumulace laktátu v krvi (obrázek číslo 4. 17.) a nižší laktátovou koncentraci při vyčerpání.

To může vyvolat dojem, že se zlepšila plavcova vytrvalost, ale ve skutečnosti se nejedná o větší spotřebu kyslíku (skutečné zlepšení vytrvalosti), ale o nižší kapacitu produkce laktátu, která způsobuje posun laktátové křivky doprava. Proto se doporučuje neprovádět laktátové testy bezprostředně po tréninkovém období s vysokou intenzitou nebo s vysokým objemem, jako jsou například soustředění, a zařadit před laktátovým testem alespoň 3 dny regeneračního tréninku.

- *Obrázek číslo 4.17.: Vliv množství svalového glykogenu na laktátovou křivku.*



Krevní laktát a glykogen

Low: day after competition = nízký: den po závodě

Normal: after 2 days regeneration training = normální: po dvou dnech regeneračního tréninku

Exhaustion = stav vyčerpání

Time workload = doba zátěže

Podobně by z vědeckého pohledu, neměly být prováděny laktátové testy 14 dní po návratu do normální nadmořské výšky po absolvování vysokohorského soustředění. To však z praktického hlediska nedává velký smysl. Smyslem vysokohorského soustředění je totiž většinou připravit sportovce na hlavní soutěž, která se bude konat mezi 20 a 28 dnem po návratu z tohoto soustředění. Proto pro trenéra není vhodné čekat po návratu 14 dní před tím, než se pokusí získat tréninkové informace pro závěrečnou přípravu před soutěží. Proto většinou doporučujeme zmapovat změny ve výkonnostním profilu plavce 3 až 5 dnů po návratu ze soustředění, s tím, že je nutné mít na paměti, že tyto výsledky neobsahují a nereprezentují ještě všechny efekty vysokohorské přípravy.

Nejen absolvovaný trénink (jeho objem a intenzita), ale také složení stravy může ovlivnit množství glykogenu ve svaích, tím následně glykolýzu a výsledky laktátových testů. Proto doporučujeme, aby se vyloučil jakýkoliv vliv stravy na laktátový test, dodržovat v rámci možností ve dnech před testem podobné složení stravy.

Závěrem je možné říci že, abychom co nejvíce vyloučili všechny možné vzájemně působící faktory, musí být laktátové testy dlouhodobě plánovány (při periodizaci makrocyklu) a přednostně zařazovány na konec regeneračního týdne, případně do prvního týdne mezocyklu. Není-li možné se vyhnout vzájemnému působení výše vyjmenovaných faktorů, má trénink vždy přednost, neměl by ustoupit testu, avšak s těmito ovlivňujícími faktory je třeba počítat při interpretaci výsledků testů.

- test by měl vždy umožnit vyhodnocení, **aerobního i anaerobního** metabolismu. Toho může být dosaženo:
 - kombinací **obou**, submaximálního aerobního a maximálního anaerobního úsilí (viz Standartní laktátový test). K určení *aerobní vytrvalosti* lze použít plaveckou rychlost při laktátu 4 mmol/l (V4) během submaximální zátěže trvající nejméně 2 minuty (optimální více než 5 minut, aby spotřeba kyslíku a krevní laktát mohly dosáhnout rovnovážného stavu). Čím rychlejší je V4 při takovémto submaximálním úsilí, tím lepší je plavcova aerobní vytrvalost. Pro určení *anaerobní kapacity* musíme použít maximální úsilí, které by nemělo trvat déle než 2 minuty (přednostně 45 sekund až 1:30 minuty), vhodný je také závod na 50 nebo 100 metrů, který do značné míry eliminuje nedostatek motivace. Dá se předpokládat, že čím vyšší je hodnota laktátu po krátkém maximálním úsilí, tím vyšší je anaerobní kapacita. Avšak to je pouze hrubý předpoklad. Neumožňuje trenérovi vyčíslit hodnotu anaerobní kapacity, ale zcela jistě mu dává představu jak interpretovat získaný vztah mezi laktátem a rychlostí. Použití tabulky 10 potvrdí vliv anaerobní kapacity na hodnoty laktátu po submaximální zátěži, a tím pomůže interpretovat pozorované výsledky ve vztahu laktát – rychlost.
 - použitím simulačního programu (viz Pokročilé laktátové testování), který vyčíslí obě, aerobní i anaerobní kapacitu a odhalí jejich příspěvek k naměřeným hodnotám laktátu a rychlosti (Olbrecht 1989)

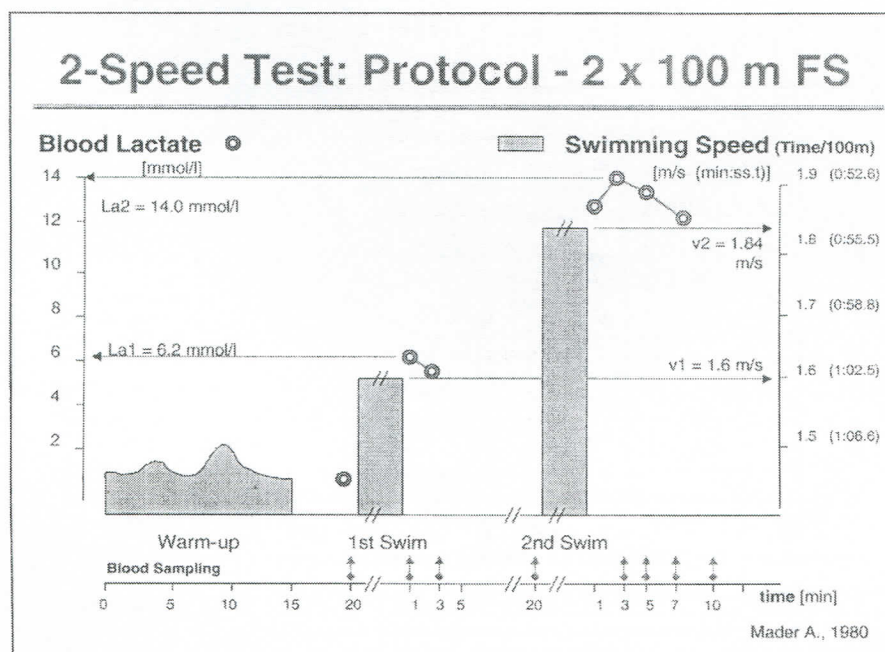
Standartní laktátový test: dvou a jedno rychlostní test

Jedním z prvních laktátových testovacích protokolů, který splňoval výše zmíněná kritéria a dovoloval zhodnocení obou, aerobního i anaerobního metabolismu byl Maderův dvou rychlostní test (Mader 1980)

Testovací protokol:

Test se skládá ze stejné vzdálenosti plavané 2x, stejným způsobem, ale různými rychlostmi. První opakování je plaváno submaximální rychlostí, druhé opakování je plaváno maximálně. Před každým opakováním má plavec pět minut úplného odpočinku a mezi oběma opakováními musí být alespoň 15 minut odpočinku, přednostně aktivního. Krevní vzorky jsou pro určení maximální pozátěžové koncentrace laktátu odebrány po submaximálním úseku v první, třetí a případně v páté minutě a po maximálním úseku ve třetí, páté, sedmé, desáté a jestliže je to nutné také ve dvanácté minutě (obrázek číslo 4.18.)

- *Obrázek číslo 4.18.: Plavec plave dvakrát stejný úsek, první opakování submaximální rychlostí, druhé maximálně. Po submaximálním úseku jsou krevní vzorky odebrány v první a třetí minutě, zatímco po maximálním úseku ve třetí, páté, sedmé a desáté minutě a dále až do doby, dokud nenastane snižování laktátové koncentrace (dvou-rychlostní testovací protokol, Mader 1980)*



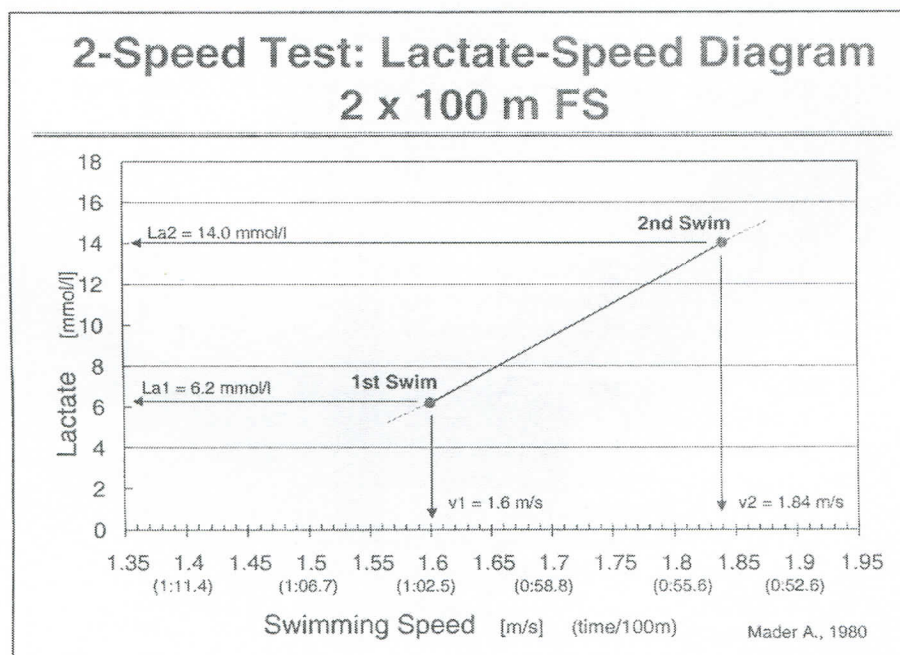
Dvou-rychlostní test: Protokol – 2 x 100 metrů kraul

Blood lactate = krevní laktát, Swimming speed = plavecká rychlost

Warm-up = rozplavání, 1st swim, 2nd swim = první, druhé opakování

Tento výsledek může být uveden pro každou testovací vzdálenost a každý způsob, jakmile byla hodnota laktátu nad 2,5 mmol/l, zvýšení laktátu na určité zvýšení rychlosti (=sklon křivky) bylo téměř stejné pro plavce obou pohlaví (Mader 1980, Olbrecht 1989). To nám dovolí sestojit závislost obou plaveckých rychlostí a jim odpovídajících nejvyšších pozátěžových koncentrací laktátu do grafu laktát – rychlost a spojením obou bodů přímkou získáme vztah mezi rychlostí a laktátem – tedy laktátovou křivku (obrázek číslo 4.19.). Tato křivka však odráží pouze aktuální aerobní a anaerobní výkonnost testovaného plavce a je platná pouze pro testované cvičení (délka úseku a odpočinek). Jiné testované úseky a jiný testovací protokol vytvoří samozřejmě jinou laktátovou křivku (viz laktátová křivka).

- *Obrázek číslo 4.19.: Laktátová křivka, tj. vztah mezi rychlostí a laktátem, může být sestrojena, vyneseme-li plavecké rychlosti z 2-rychlostního testu proti odpovídajícím nejvyšším pozátěžovým koncentracím laktátu a spojíme-li oba body přímkou.*



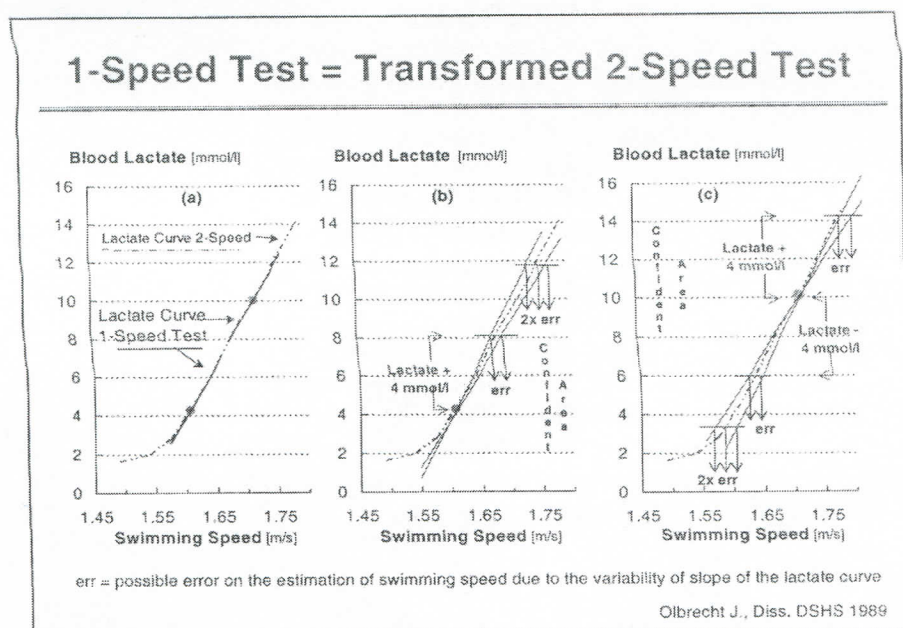
Dvou-rychlostní test: Diagram vzájemné závislosti rychlosti a laktátu – 2 x 100 kraul

Vzhledem k téměř konstantnímu sklonu křivky u každého způsobu, vzdálenosti a pohlaví, jsme dvou-rychlostní test zjednodušili a vyvinuli jedno-rychlostní test (Olbrecht 1989). Testovaná vzdálenost je plavána pouze jednou a jeden sestrojený bod diagramu určuje, kde zakreslit laktátovou křivku (obrázek číslo 4. 20 a) Platí však určitá omezení pro 1- rychlostní test. Protože jsou možné malé odchylky od téměř konstantního sklonu, může být jedno-rychlostní test použit pouze ke zakreslení / odhadu laktátové křivky pro omezený rozsah

okolo naměřených hodnot laktátu – tedy laktátové hodnoty ± 4 mmol/l a ne nižší než 2,5 mmol/l. Submaximální jedno-rychlostní test proto poskytne spolehlivé informace pro vztah laktát / rychlost pouze v rozmezí submaximální intenzity (obrázek 4.20. b), zatímco jedno-rychlostní test provedený maximálním úsilím garantuje tutéž spolehlivost pro úsilí blízké maximu až maximální (obrázek 4. 20. c). Submaximální jedno-rychlostní test tedy není vhodný pro přesnou předpověď závodního výkonu v plavání.

- *Obrázek číslo 4. 20: Vzhledem k téměř konstantnímu sklonu laktátové křivky pro plavecký způsob, vzdálenost a pohlaví, může být testovaná vzdálenost plavaná pouze jednou. Jeden sestrojený bod v diagramu laktát - rychlost proto určí, kde zakreslit laktátovou křivku (a).*

Omezení spolehlivosti laktátové křivky zakreslené po jedno-rychlostním testu: kvůli malým odchylkám ve sklonu laktátové křivky, je pravděpodobnost významné chyby v odhadu rychlosti pro požadovanou hodnotu laktátu ($=err$) a obráceně tím větší, čím je požadovaná hodnota laktátu vzdálenější od naměřené koncentraci (b) a (c). Je proto důležité omezit interpretaci vztahu laktát – rychlost rozmezím laktátu koncentrace ± 4 mmol/l okolo naměřené hodnoty laktátu, ale nad 2,5 mmol/l.



Jedno – rychlostní test = transformovaný dvou – rychlostní test

Blood lactate = krevní laktát, Swimming speed = plavecká rychlost

Lactate curve = laktátová křivka

err = možná chyba při určování plavecké rychlosti vzhledem k proměnlivosti sklonu laktátové křivky

Kombinace submaximálního jedno-rychlostního testu kraulem s maximálním jedno-rychlostním testem plaváním plavcovým hlavním způsobem, může za stejnou dobu a stejné finanční prostředky zajistit více informací než dvou-rychlostní test. Udává totiž:

- velmi dobrý pohled na plavcovu aerobní vytrvalost a potom i vhodné tréninkové intenzity pro kraul.
- představu o plavcově aerobní vytrvalosti a o vhodných tréninkových intenzitách pro hlavní plavcův způsob, jestliže je maximální test dlouhý minimálně 200 metrů.
- Pohled na plavcovu anaerobní kapacitu v hlavním způsobu

V závislosti na plavcově hlavním způsobu navrhujeme následující kombinace jedno-rychlostního testu:

Testovací protokoly používající jedno-rychlostní test				
Hlavní způsob	Vytrvalostní test „submaximální“ – aerobní		Krátký test naplno „maximální“ anaerobní	
Kraul	400 kraul		100 kraul	
Delfín	400 kraul		100 delfín	
nebo *	400 kraul	200 delfín	100 delfín	
Znak	400 kraul		200 znak	
nebo	400 kraul	200 znak	100 znak	
Prsa	400 kraul		200 prsa	
nebo	400 kraul	200 prsa	100 prsa	
* pouze pro špičkové delfináře				

Pro kraulery a delfináře se nejlepší testovací procedura skládá z jedné 400m kraul submaximální rychlostí (asi 20 vteřin za nejlepším osobním výkonem) a jednoho maximálního 100 metrového úseku kraulem respektive delfínem. Prsaři, znakaři a špičkoví delfináři by měli být teoreticky testováni na 400 metrů kraul submaximální rychlostí a potom by měli absolvovat submaximálních ²⁰⁰400 metrů a maximálních 100 metrů hlavním způsobem. Z finančních důvodů je možné tento protokol zredukovat na submaximálních 400 metrů kraul a maximálních 200 metrů hlavním způsobem. 400 kraul plavou plavci proto, že i tito plavci absolvují největší část tréninku kraulem a proto je určení tréninkové intenzity pro kraul

nezbytné. 200 metrů hlavním způsobem pak v testu plave plavec proto, že tato trať podává celkem spolehlivé informace o aerobní i anaerobní kapacitě v plavcově hlavním způsobu.

Jestliže se plavcova výkonnostní úroveň zlepší a je možné investovat do laktátových testů více peněz, můžeme přidat 200 metrový submaximální jedno-rychlostní test hlavním způsobem a vložit ho mezi 400 metrů kraul submaximálně a maximální úsilí. Naplno test bude potom 100 metrů maximálně. Tato variace testu je vhodná pro prsaře, znakaře a špičkové delfináře.

Polohovkáři jsou testováni na 400 metrů kraul submaximálním úsilím a 200 metrů PZ plavou maximální rychlostí. Maximální test se může někdy měnit vzhledem k cílům následujícího tréninkového období. Jestliže je například v základním tréninkovém období nutné zlepšit prsa, 200 PZ nahradíme 200 P naplno, nebo vložíme mezi submaximální 400 K a 200 PZ naplno jedno-rychlostní test 200 P submaximální rychlostí.

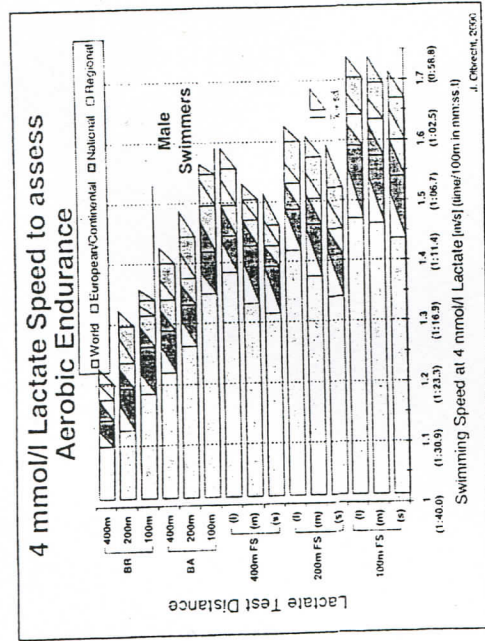
Výběr způsobu provedení testu a testovacího protokolu do značné míry závisí na tom, jaké informace si trenér přeje získat o kondici plavce a jeho výkonnostní úrovni.

Vyhodnocení kondičního profilu

Aerobní vytrvalost

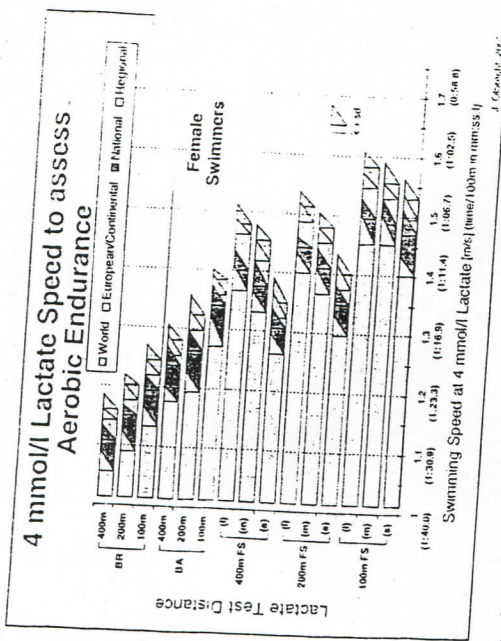
400 metrů kraul a do menší míry i 200 metrů submaximální rychlostí jsou velmi důležité testy, protože umožňují určit plavcovu aerobní vytrvalost. Jednoduchý údaj z laktátové křivky, který vyčíslí aerobní vytrvalost, je plavecká rychlost na 400 metrů dosažená při laktátu 4 mmol/l V_{400} nebo rychlost na 200 metrů V_{4200} (muži obrázek číslo 4.21., ženy obrázek číslo 4.22.).

- Obrázek číslo 4.22.: Průměrné rychlosti při laktátu 4 mmol/l (V4) na 100, 200 a 400 metrů pro plavkyňe podle k jejich výkonnostní úrovni v závodech (světová, evropská, národní a oblastní úroveň). V4 na 200 a 400 metrů lze použít k stanovení aerobní vytrvalosti. sd = standardní odchylka



Rychlost při 4 mmol/l laktátu k posílení aerobní vytrvalosti

Lactate test distance = délka úseku při laktátovém testu
 Swimming speed at 4 mmol/l lactate = plavecká rychlost při laktátu 4 mmol/l
 World = světový, European/ Continental = evropský/ kontinentální, National/ národní, Regional = oblastní
 FS = kralaři, BA = znakari, BR = prsaři, S = sprinteri, M = středotráťari, L = vytrvalci



Rychlost při 4 mmol/l laktátu k posílení aerobní vytrvalosti

Lactate test distance = délka úseku při laktátovém testu
 Swimming speed at 4 mmol/l lactate = plavecká rychlost při 4 mmol/l laktátu
 World = světový, European/ Continental = evropský/ kontinentální, National/ národní, Regional = oblastní
 FS = kralaři, BA = znakari, BR = prsaři, S = sprinteri, M = středotráťari, L = vytrvalci

S určitou opatností (viz Posun laktátové křivky a obrázek 4.29) můžeme konstatovat, že čím větší je rychlost při laktátu 4mmol/l na 400 nebo 200 metrů, tím lepší je aerobní vytrvalost. Test na 100 metrů je však příliš krátký na to, aby mohl poskytnout spolehlivý obrázek aerobní vytrvalosti. Musíme však poznamenat, že rychlost při laktátu 4 mmol/l :

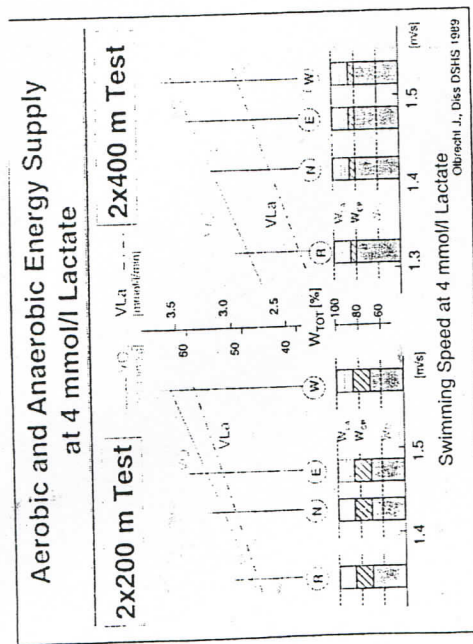
- by neměla být považována za anaerobní práh a nemá být považována za jedinečnou a nejlepší tréninkovou intenzitu pro vytrvalostní trénink
- může mít různý význam pro různé plavce

Je prokázáno, že čím silnější je plavecká aerobní kapacita, tím vyšší je také příspěvek anaerobního laktátového energetického systému k dosažení určité hodnoty laktátu (Ohreicht 1989). S ohledem na koncentraci laktátu 4 mmol/l na konci 200 nebo 400 metrů, jsme zjistili,

že dobře vytrvalostně trénovaní světoví plavci produkují až o 25 % více laktátu za minutu než plavce oblastní úrovně se slabší aerobní kapacitou (obrázek číslo 4.23.)

Protože vyšší spotřeba kyslíku vede k vyšší eliminaci laktátu / pyruvátu během zátěže, dobře vytrvalostně trénovaní plavci musí vyprodukovat více pyruvátu / laktátu za minutu a vykonat více anaerobní práce k dosažení stejné koncentrace laktátu na konci zátěže. Procento celkové dodávky energie, kterou přispívá aerobní a anaerobní metabolismus k dosažení laktátu 4 mmol/l se zcela jasně mění s různou délkou testu, ale je jen velmi málo ovlivněna výkonnostní úrovní plavce.

- Obrázek číslo 4.23.: Spotřeba kyslíku ($\dot{V}O_2$) a produkce laktátu ($\dot{V}La$) i podíl celkové dodávky energie ($\%W_{tot}$) zajišťovaný anaerobním laktátovým ($\%W_{La}$), anaerobním alaktátovým ($\%W_{Al}$) a aerobním metabolismem ($\%W_{O_2}$) při různých 4 mmol/l rychlostech na 200 (1/4200) a 400 metrů (1/4400).

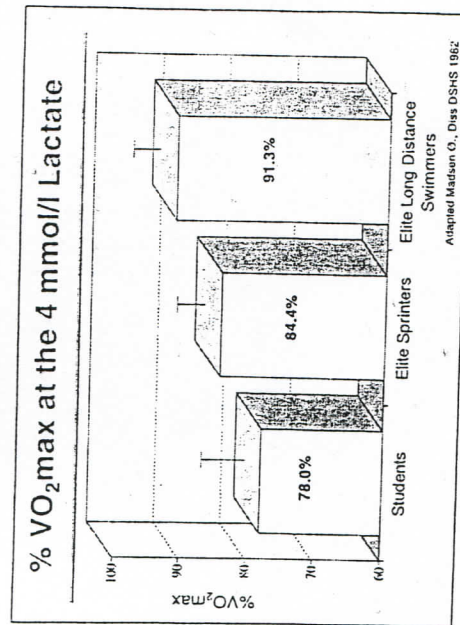


R = oblastní úroveň
 N = národní úroveň
 E = evropská úroveň
 W = světová úroveň

Aerobní a anaerobní dodávka energie při laktátu 4 mmol/l

Experimentální studie (Madsen 1982) potvrdily, že plavec s nízkou anaerobní kapacitou (tedy ten, který nemůže produkovat mnoho laktátu za minutu) musí investovat vyšší procento své aerobní kapacity k dosažení stejné laktátové hodnoty jako jeho plavecký kolega s vyšší anaerobní kapacitou. Elitní vytrvalci se silnou aerobní ale většinou s nízkou anaerobní kapacitou, investují kolem 90 % jejich naměřené maximální kyslíkové spotřeby při rychlosti na laktát 4 mmol/l. Na druhé straně elitní sprinteri s vysokou aerobní i anaerobní kapacitou dosahují 85 % jejich maximální spotřeby kyslíku při této rychlosti na laktát 4 mmol/l (menší aerobní kapacita, nižší eliminace laktátu / pyruvátu, dřívější akumulace laktátu, nižší $\%VO_{2max}$ při 4 mmol/l). Méně vytrvalostně trénovaný plavec - student dosáhne při 4 mmol/l kolem 78 % své naměřené maximální kyslíkové spotřeby (obrázek číslo 4.24.)

- Obrázek číslo 4.24.: Vliv nízké a vysoké aerobní a anaerobní kapacity na procento maximální spotřeby kyslíku ($\%VO_{2max}$), které je dosaženo při 4 mmol/l (viz text)



$\%VO_{2max}$ při laktátu 4 mmol/l

Students = studenti
 Elite sprinters = elitní sprinteri
 Elite long distance swimmers = elitní vytrvalci

Anaerobní výkonnost

Krátké maximální úsilí (koncentrace laktátu po jedno – rychlostním testu na 100 nebo 200 metrů nebo po závodě 50 / 100 metrů) je užitečné pro odhad plavcovy anaerobní kapacity. S určitou opatrností (viz. obr. 4.30) můžeme říci, že čím vyšší pozátěžová hodnota laktátu po maximálním úseku, tím lepší je anaerobní kapacita. Tato maximální laktátová koncentrace je však pouze hrubým odhadem anaerobní kapacity (VLamax) a nikdy nebude tak spolehlivá jako VLamax vypočítaná pomocí simulačního programu (viz Pokročilé laktátové testování). Protože simulační program není ještě každému k dispozici, sestavili jsme tabulku kritérií, která by charakterizovala a pomohla potvrdit úroveň plavcovy aerobní a anaerobní kapacity (Tabulka číslo 4.1.). Pomocí této tabulky může trenér zařadit svého plavce do jedné ze 4 kategorií popsaných níže:

1. *plavci s vysokou aerobní kapacitou a nízkou anaerobní kapacitou*
2. *plavci s vysokou aerobní kapacitou a vysokou anaerobní kapacitou*
3. *plavci s nízkou aerobní kapacitou a nízkou anaerobní kapacitou*
4. *plavci s nízkou anaerobní kapacitou a vysokou anaerobní kapacitou*

Tato typologie je velmi důležitá, aby se snížilo riziko ze špatné interpretace výsledků testů a z poskytnutí špatných tréninkových rad na základě klasických méně sofistikovaných standardních laktátových testů.

Podívejme se na příklad:

Laktátový test (jedno-rychlostní submaximální test 400 metrů kraul po něm 15 minut aktivního odpočinku a jedno-rychlostní maximální test 100 metrů kraul) odhalil dobrou aerobní vytrvalost (tedy vysokou rychlost při laktátu 4 mmol/l na 400 m) a nízkou maximální úroveň laktátu po krátkém maximálním úsilí – (100 m kraul max.). Podle klasické interpretace by tyto výsledky testů ukazovaly, že plavec má dobrou aerobní kapacitu, ale nízkou anaerobní kapacitu. Jestliže tato diagnóza souhlasí s plavcovou typologií podle tabulky 4.1. (Tabulka úrovně kapacit) pak si může být trenér ve velkou jistotu správnou interpretací laktátového testu. Na druhé straně však, jestliže typologie podle tabulky vyvrací laktátové výsledky, tj. vysoká anaerobní kapacita odvozená z tabulky versus nízká anaerobní kapacita odvozená z laktátových výsledků, pak je doporučována opatrnost. Tento rozpor může znamenat, že nízká maximální hodnota laktátu po 100 metrů kraul naprosto není důsledkem slabé anaerobní kapacity, ale spíše nedostatečného anaerobního výkonu (nízké využití anaerobní kapacity).

Analýza dokončeného tréninkového období pak může vrhnout světlo a zajistit důkazy na podporu této hypotézy.

Jestli je potom trénink pro příští tréninkové období upraven podle výsledku tohoto výkonnostního profilu, nebo ne (tedy vysoká aerobní a anaerobní kapacita a nízký anaerobní výkon) bude ve skutečnosti záviset na probíhajícím tréninkovém období:

- v základním tréninkovém období není důvod pro speciální úpravu tréninku s výjimkou vyvarování se takových tréninkových cvičení jako objemových extensivních tréninků, které by mohly ještě více snížit aerobní výkon
- na druhé straně, v předzávodním tréninkovém období, musí mít cvičení anaerobního výkonu nejvyšší prioritu.

Tento příklad dokazuje, že je extrémně důležité porovnávat klasickou interpretaci laktátových hodnot s „Tabulkou úrovně kapacit“, aby se sjednotily tréninková doporučení na základě laktátových testů a tréninkové cíle pro další tréninkové období. V případě rozdílné diagnózy (klasická interpretace standardního laktátového testu versus Tabulka úrovně kapacit) je nutné vždy vybrat nejméně riskantní tréninkové doporučení.

Jestliže váš názor povede k příliš měkkému tréninku, je vždy možné později přitvrdit, ale jestliže jste trénovali příliš tvrdě, může být potřeba až šest týdnů na zotavení.

• **Tabulka 4.1. : Tabulka úrovně kapacity i tabulka kritérií, která charakterizuje úroveň plavecké aerobní a anaerobní kapacity – (vysoká a nízká).**

Aerobní kapacita NÍZKÁ Anaerobní kapacita NÍZKÁ

- Často se vyskytují zranění z přetřénování
- Nízké hodnoty laktátu po maximálních krátkých úsecích, ale možné vysoké hodnoty laktátu po dlouhých úsecích
- Špatné výsledky v dlouhých disciplínách a středně dobré výkony v krátkých závodech
- Pomalé zotavování po tréninku nebo po závodech

Aerobní kapacita VYSOKÁ Anaerobní kapacita NÍZKÁ

- Bez zlepšení závodních výkonů po intenzivním nebo extenzivním objemovém tréninku
- Po závodech bez pocitu vyčerpání, pocit schopnosti plavat rychleji
- Plavec plave v závodě nejlépeji krátce (4-6 dní) po objemovém tréninku
- Plavec nemá rád krátké intervalové tréninky a farlekové cvičení
- Bez výrazného zlepšení výsledků v závodech, jestliže vyladění trvá déle než jeden týden
- Nízké hodnoty laktátu po krátkých maximálních stejně jako dlouhých vytrvalostních úsecích
- Závodní výsledky na dlouhých tratích jsou relativně lepší než na krátkých tratích
- Osobní rekordy na 50-ti a 25-ti metrovém bazéně jsou téměř shodné

Aerobní kapacita NÍZKÁ Anaerobní kapacita VYSOKÁ

- Vysoký laktát po krátkých úsecích a spíše nízké hodnoty laktátu po dlouhých úsecích
- Plavec „umírá“ v poslední části závodu
- Plavec je schopen kvalitně zvládnout pouze 1 (nebo 2) disciplíny v závodech trvajících více než jeden den
- Špatné výsledky na dlouhých tratích, ale velmi dobré výsledky v krátkých závodech
- Nejlepší výkony po dlouhém odpočinku

Aerobní kapacita VYSOKÁ Anaerobní kapacita VYSOKÁ

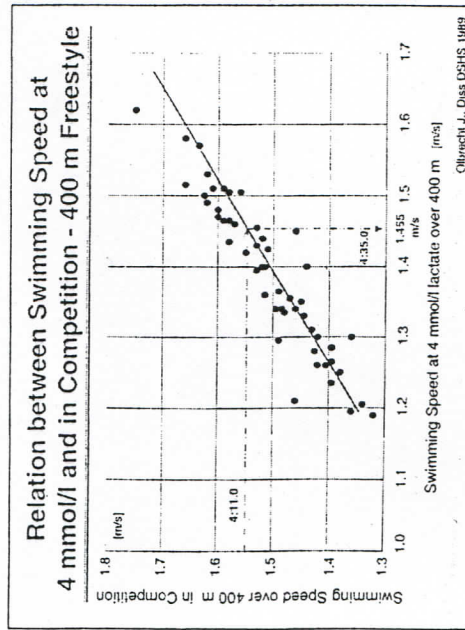
- Plavec dosahuje velmi dobrých výsledků i bez vyladění
- Schopnost dosáhnout několika nejlepších časů během závodu trvajících několik dní
- Velmi rychlé zotavení po tréninku a soutěži
- Vysoké hodnoty laktátu po krátkých i dlouhých disciplínách
- Plavec dosahuje rychlých časů jak v krátkých tak v dlouhých závodních disciplínách

Určení tréninkových cílů

Laktátové testy také umožňují prognózu závodních výsledků. To by, samozřejmě, neměl být cíl sám o sobě, ale pomáhá upozornit na nedostatky plavecké kondice. Úzký vztah mezi rychlostí při laktátu 4 mmol/l a rychlostí v závodech například umožňuje kontrolovat, je-li plavecká aerobní vytrvalost dostatečně silná pro dosažení závodního času, který si plavec přeje (obrázek číslo 4.25.)

Předpokládáme, že si plavec přeje plavat v závodech 400 metrů kral za 4:11 minut. Vzhledem k obrázku 4.25. bude muset dosáhnout při 4 mmol/l laktátu rychlosti 1,457 m/s (4:35) na 400 metrů kral. Jestliže laktátový test na 400 metrů kral prozradí, že čas při 4 mmol/l je pomalejší než 4:35 min, znamená to manko v aerobní vytrvalosti. Podle délky období zbývajících do hlavního závodu, na který se plavec připravuje, může trenér strávit více času zlepšením deficitu aerobní kapacity a odložit proto před-závodní jemné sládní.

- **Obrázek číslo 4.25.: Vztah mezi rychlostí při laktátu 4 mmol/l na 400 metrů kral (V_{4.00}) a závodní rychlostí na 400 metrů kral**



Vztah mezi plaveckou rychlostí při laktátu 4 mmol/l a rychlostí v závodech – 400 metrů kral

Swimming speed at 4 mmol/l lactate over 400 m = Plavecká rychlost při laktátu 4 mmol/l na 400 metrů kral
Swimming speed over 400 m in competition = Plavecká rychlost při závodech na 400 metrů kral

Jestliže je určená rychlost při laktátu 4 mmol/l jenom o trochu pomalejší než 4:35 min a jestliže plavec umí dosáhnout v závodě vysokých hodnot laktátu, pak může být nedostatek vytrvalosti kompenzován silnou anaerobní kapacitou (vysoké hodnoty laktátu) nebo anaerobním výkonem. V tomto případě, souhlasí-li to s periodizací, může trenér začít s předzávodním jemným sladěním jak bylo plánováno.

Jestliže plavec dosáhne při laktátu 4 mmol/l lepšího času než 4:35 min, pak je teoreticky schopný dosáhnout svého závodního cíle 4:11. Jestliže přesto plavec nedosáhne plánovaného času, tento neúspěch může být připsán buď nedostatku aerobního nebo anaerobního výkonu (tedy špatné využití aerobní nebo anaerobní kapacity). Porovnání současné tréninkové struktury a laktátových hodnot s těmi z předchozích mezocyklů potom pomůže zjistit důvody současného nedostatku aerobního nebo anaerobního výkonu a při výběru cílů pro následující tréninkové období.

Důležitost anaerobní kapacity se zvyšuje pro krátké závodní tratě a proto je nutné počítat s tím, že laktátové testy předpovídají závodní výsledky, které jsou ve skutečnosti za hranicí plaveckých možností.

Nedostatek anaerobní kapacity může být odvozen z výsledků laktátových hodnot zaznamenaných po krátkém maximálním testu. Jestliže jsou tyto hodnoty vysoké, pak je to aerobní výkon a v menší míře anaerobní výkon, které musí být zlepšeny. Na druhou stranu, jsou-li hodnoty nízké, pak je třeba nejdříve zdokonalit anaerobní kapacitu a teprve potom anaerobní výkon.

Určení tréninkové intenzity a objemu

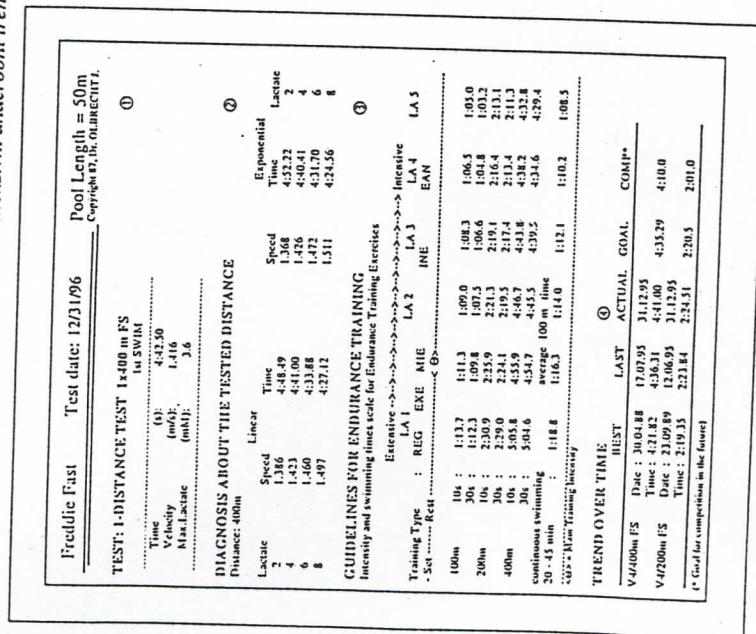
INTENZITA – Experimenty nám umožnily statisticky určit změny ve vztahu mezi laktátem a plaveckou rychlostí podle různých typů cvičení používaných při tréninku (Olbrecht 1985). Z jediného opakování 400 metrů kraul (obrázek 4. 26.) můžeme odhadnout koncentrace krevního laktátu pro různé plavecké rychlosti v sériích 100, 200, a 400 metrových úseků s odpočinkem 10 a 30 sekund, stejně jako krevní laktát během dlouhých úseků trvajících nejméně 20 minut. Tento odhad je jiný pro ženy a muže a je založen na skupinových průměrech. Proto je vhodné kontrolovat hodnoty laktátu během tréninku (namátkové testy), jestli není třeba výpočty individuálně upravit.

Tento výpočtový model umožňuje trenérovi individualizovat intenzitu (plaveckou rychlost) různých tréninků podle plavcova kondičního profilu, aby se ujistil, že plavec dosahuje na konci tréninkové série požadovaných laktátových koncentrací pro zvolený tréninkový cíl.

• Obrázek číslo 4.26.: Počítačový výstisk výsledků submaximálního jedno-rychlostního testu na 400 metrů kraul.

1. naměřený čas a laktát
2. výpočet vztahu mezi plaveckou rychlostí / časem a laktátem pro jednotlivé úseky 400 metrů
3. statistické odhady plaveckých časů pro série 100, 200 a 400 metrových úseků s odpočinkem 10 a 30 sekund, stejně jako pro souvislé plavání trvající déle než 20 minut
4. přehled nejdůležitějších výsledků testů

REG = regenerate, EXE = extenzivní vytrvalost, MIE = středně intenzivní vytrvalost, INE = intenzivní vytrvalost, EAN = extenzivní anaerobní trénink



- Pool length = délka bazénu, distance test = délka testu, time = čas, velocity = rychlost.
- Diagnosis about the tested distance = diagnóza testované vzdálenosti
- Distance = vzdálenost, Speed = rychlost.
- Guidelines for endurance training = směrnice pro vytrvalostní trénink
- Intensity and swimming times scale for endurance training exercises = stupnice plaveckých časů a intenzity pro vytrvalostní trénink
- Extensive = extenzivní, Intensive = intenzivní, Training type = typ tréninku, continuous swimming = souvislé plavání.
- Trend over time = průměrný čas na 100 metrů, main training intensity = hlavní tréninková intenzita
- Best = nejlepší, Last = poslední, Actual = současný, Goal = cíl, Comp = závod
- Goal for competition in future = závodní cíl do budoucna

Tedy podle k obrázku 4.26. by měl být Freddie Fast schopen plavat série 200 metrů kraul s intervalem 10 vteřin za 2:21, jestliže po něm bude trenér požadovat aby trénoval okolo laktátu 2 mmol/l. Jestliže bude trenér požadovat, aby plaval sérii 400 vek s intervalem 30 vteřin na koncentraci krevního laktátu 4 mmol/l, bude muset plavat každý úsek kolem 4:35 min. Souvislý dlouhý úsek plavaný na 3 mmol/l bude třeba plavat 1:12 min na 100 metrů.

Počítačový výstisk (obrázek 4. 26.) je pro trenéra základní pomůckou. Umožňuje trenérovi spojit, pro každého testovaného plavce, plaveckou rychlost během tréninku s objektivním zaměřením intenzity. Má-li plavec trénovat na laktát 1, 2, 3, 4 nebo nad 4 mmol/l, jak často a v jaké délce v jednom týdnu, bude záviset na charakteristice kondičního profilu plavce, který je určen výsledky laktátových testů.

Vzhledem k tomu, že kondiční profil každého plavce se může značně měnit, bude se individuálně lišit i tréninková intenzita a objem, přestože plavci mohou mít stejné tréninkové cíle, připravují se na stejnou disciplínu a nacházejí se ve stejném tréninkovém období

Například vytrvalci musí za normálních okolností plavat vytrvalostní série při nižších laktátových koncentracích než sprinteři, aby se vyhnuli přetížení svého aerobního i anaerobního systému. Toto zjištění, podpořené vědeckými studiemi (viz Interpretace laktátem v tréninku), je ve skutečnosti v souladu s empirickými pozorováními trenérů, kteří pracují s laktátem v tréninku. Trenéři pozorovali, že během submaximálních tréninků dosahují sprinteři vyšších hodnot laktátu než vytrvalci, jsou méně unavení a rychleji regenerují. Ale přestože sprinteři, v porovnání s vytrvalci, mají většinou vyšší anaerobní kapacitu, je tato vysoká anaerobní kapacita pouze relativní, protože se může hodně měnit i u stejného typu plavců.

Proto, jestliže je to možné, měl by trenér odhadnout plavcovu anaerobní kapacitu pomocí hodnot laktátu po krátkých závodech naplno (50-100 metrů), podle laktátu po krátkých maximálních úsecích v tréninku (100 m), dále pomocí „Tabulky úrovně kapacit“ nebo pomocí simulačního programu, aby určil fyziologické působení tréninku při určité koncentraci laktátu.

Vlastně, jestliže jsou zaznamenány vysoké koncentrace laktátu během krátkých testovaných úseků v tréninku nebo v závode, mohou být hodnoty laktátu při tréninku také o něco vyšší. Na druhé straně, jsou-li maximální hodnoty nízké, musí plavec trénovat s velkou opatrností, tj. při nízkých koncentracích laktátu. Dále, plavci, kteří dosáhnou nízké maximální hodnoty laktátu během těchto krátkých testovacích vzdáleností v tréninku nebo v závode mají obvykle zkrácené vnímání intenzity (těžkou sérii vnímají jako lehkou), a následkem toho

plavou často v tréninku příliš rychle. Tato zjištění potvrzují důležitost používání laktátových testů obsahujících jak submaximální tak i maximální zátěž.

OBJEM – Aerobní vytrvalost (V4 na 400 metrů) může být také indikátorem pro tréninkový objem, který je plavec schopen absolvovat. (Tabulka 4.2.). Čím lepší je V4, tím více tréninkových jednotek týdně a / nebo tím větší vzdálenost za jeden trénink může plavec zvládnout bez rizika přetížení. Četnost tréninkových jednotek a kilometrů v jedné tréninkové jednotce ukázaná v tabulce 4.2. převládá po větší část tréninkové sezóny. Je jasné, že během tréninkových soustředění, má trenér příležitost zařadit více tréninkových jednotek v jednom týdnu a větší objem tréninkových jednotek. Na druhé straně během vyřadování nebo regeneračního období, kdy je nejdůležitější zotavení plavce (například po nemoci nebo po přetrénování), bude frekvence tréninkových jednotek i objem nižší než v následující tabulce.

- *Tabulka číslo 4.2.: Počet tréninkových jednotek za týden a kilometrů za tréninkovou jednotku vzhledem k aerobní vytrvalosti plavce měřené pomocí rychlosti při laktátu 4 mmol/l na 400 metrů.*

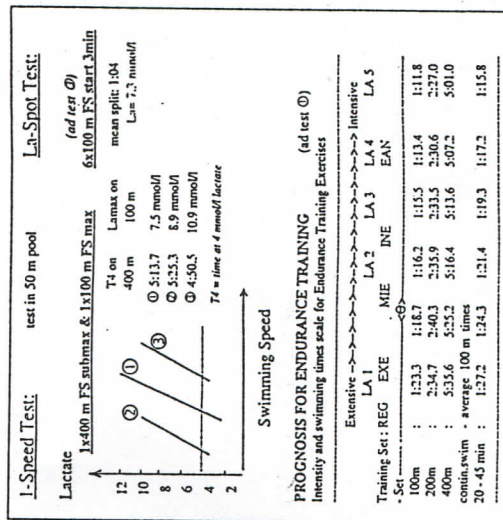
** Vhodné pouze po 4-6 týdnu v roce, tréninková soustředění se nepočítají.*

Tréninkové jednotky za týden		Čas na 400 metrů kraul při laktátu 4 mmol/l					
(kilometrů / tréninková jednotka)							
		pomalejší než			rychlejší než		
		6:00 min	5:30 min	5:00 min	4:40 min	4:20 min	
méně než 13 let		2-3 (1200-2200)	4-5 (1800-2800)	5-6* (2000-3500)			
13 – 15 let		3 (1200-2800)	4-6 (2000-3500)	5-8* (3000-4500)	6-9* (3500-5300)		
15 – 18 let		3-4 (1400-3500)	4-7 (2500-5000)	5-9 (3700-6500)	6-10 (4000-7500)	7-10 (4800-8300)	
více než 18 let		4 (1500-3500)	5-8 (3000-5500)	6-9 (4200-7000)	8-10 (4300-8000)	8-12* (4700-9000)	

Souhrn:

- Na základě submaximálních 400 metrů kraul můžeme pro různá tréninková cvičení snadno odhadnout plavecké časy odpovídající požadovaným koncentracím laktátu. Tyto hodnoty laktátu stanoví objektivní standard intenzity, při které plavec trénuje.
- Hodnoty laktátu během tréninku, který je v souladu se specifickými tréninkovými cíli, nejsou pro všechny plavce stejné. Přestože je tedy tréninkový cíl pro více plavců stejný, musí být hodnoty laktátu během tréninku individuálně přizpůsobeny plavcově aerobní a anaerobní kapacitě. Navíc, týdenní tréninkový objem a frekvence tréninkových cvičení při různých koncentracích laktátu také závisí na individuálních úrovních těchto dvou kapacit každého plavce.
- Tyto skutečnosti mohou vést rozdílnému tréninkovému přístupu pro každého plavce, přestože se všichni nacházejí ve stejné fázi tréninkového období a připravují se na stejnou závodní disciplínu.

Příklad:



- 1-Speed Test: jedno- rychlostní test, La-Spot Test = laktátový namátkový test,
- Test in 50 m pool = test na 50 m bazéně,
- 1 x 400 m FS submax a 1 x 100 m FS max = 1 x 400 m kraul submaximálně, 1 x 100 m kraul maximálně,
- 6 x 100 m FS start 3 min = 6 x 100 m kraul ve 3 minutách, mean split = průměrný čas
- swimming speed = plavecká rychlost
- Prognosis for endurance training = prognóza pro vytrvalostní trénink
- Intensity and swimming times scale for Endurance training exercises = Stupnice intenzity a plaveckých časů pro vytrvalostní trénink
- Extensive = extenzivní, Intensive = intenzivní, Training set = tréninková série,
- REG = regenerace, EXE = extenzivní vytrvalost, MIE = středně intenzivní vytrvalost, INE = intenzivní vytrvalost, EAN extenzivní anaerobní trénink
- Training analysis - main swimming sets = tréninková analýza- hlavní plavecká série
- Sets = série, swim times = časy, estimated LA = odhadovaná hodnota laktátu, slowest = nejpomalejší fastest = nejrychlejší
- cont. swim - average 100 m times = souvislé plavání - průměrný čas na 100 m

Background: Pozadí:

Plavec

- chlapec, 15 let
- dobrý plavecký základ (6 let) / maximálně 5 tréninkových jednotek týdně
- Cíl: zaplavat 200 kraul za 2:05 pro nominaci na národní mistrovství své kategorie
- Aerobní vytrvalost (T₄ na 400 metrů) pro dosažení času 2:05 na 200 metrů kraul by měla být nejméně 5:00.

TEST 1.

Klíčové výsledky: tento plavec má dobrou aerobní vytrvalost, která je však nedostatečná (5:14) pro dosažení plánovaného času 2:05 na 200 metrů kraul. Anaerobní kapacita je však pro plavce – středotratáře příliš nízká, i na patnáctiletého chlapce

Tréninková rada: aerobní vytrvalost by měla být zlepšena. V závislosti na současném kondičním profilu mu tabulka intenzit umožňuje provádět vytrvalostní tréninky při vhodné rychlosti (80 % aerobních intervalových sérií při LA1). Trenéroví je také doporučováno zvýšit počet tréninkových jednotek zaměřených na anaerobní kapacitu v jednom týdnu.

TEST 2

Klíčové výsledky: Po prvním laktátovém testu jsme zdůrazňovali nutnost zlepšení aerobní vytrvalosti. Druhý laktátový test o dva měsíce později však ukázal snížení aerobní vytrvalosti (5:25). Analýza intenzit jeho plavání během posledního tréninkového období (viz levý horní roh) prozradilo, že většina aerobních vytrvalostních sérií byla absolvována rychlostí, která produkuje koncentraci laktátu v rozmezí 5-8 mmol/l. Tyto hodnoty jsou příliš vysoké, aby byl aerobní trénink efektivní. Navíc byl trenér přesvědčen, že by mohl vykompenzovat nedostatek tréninkového času plaváním sérií o něco vyšší rychlostí.

Anaerobní kapacita se zlepšila, což byl jeden z požadovaných tréninkových efektů.

Tréninková rada: Plavat méně a rychleji způsobuje jiný tréninkový efekt než plavat pomalu a hodně. Není možné vykompenzovat nižší kilometráž tím, že budeme plavat sérií rychleji. Proto jsme trenérovi poradili, aby důsledněji kontroloval rychlost při tréninku a udržel trénink anaerobní kapacity na stejné úrovni, protože ta se postupně zlepšovala.

TEST 3

Klíčové výsledky: Po dalších dvou měsících byl proveden, třetí test. Silné snížení tréninkové intenzity způsobilo velké zlepšení plavcovy aerobní vytrvalosti v posledním tréninkovém období. Plavcova aerobní kapacita je nyní natolik dobrá, že může zaplavat 200m kraul za 2:05 a nominovat se na národní mistrovství své věkové kategorie. Anaerobní kapacita se navíc dále zlepšila.

Tréninková rada: Protože zbývalo 6 týdnů do nominálního závodu a protože byla plavcova aerobní vytrvalost dostatečně silná, bylo trenérovi doporučeno nahradit jednu sérii anaerobní kapacity za trénink anaerobního výkonu během každého z příštích dvou týdnů. Během třetího týdne by měl být zvýšen objem a výrazně snížena tréninková intenzita, aby se osvěžila aerobní vytrvalost. Čtvrtý týden by měl začít 2-3 regeneračními dny před začlením 7 velmi intenzivních dní (1 série anaerobní kapacity a 2 tréninky anaerobního výkonu). Po tomto mikrocyklu by mělo začít období vyladování.

Pokročilé laktátové testování : simulace aerobní a anaerobní kapacity

Nejdůležitějšími fyziologickými parametry pro popis kondičního profilu v plavání jsou aerobní kapacita (VO_{2max}) a anaerobní kapacita (VLamax). Tyto parametry hraji

rozhodující úlohu nejen při určování plavcova maximálního závodního výkonu, ale také ve způsobu, jakým aerobní a anaerobní systém přispívá k dodávce energie během záteže.

S pomocí pokročilého vyhodnocovacího modelu pro interpretaci laktátových testů (Olbrecht 1989) a za pomoci simulačního programu vyvinutého podle (teoretického modelu metabolismu) profesora Madera z Německé university sportovních věd v Kolíně nad Rýnem, můžeme nyní určit jak aerobní tak i anaerobní kapacitu technicky dobře vybavených plavců. Na rozdíl od klasických metod interpretace, kde je určení kondice přímo závislé na vztahu mezi laktátem a rychlostí -tj. na poloze laktátové křivky v diagramu laktát / rychlost, používá tato nová vyhodnocovací technika laktátových hodnot k určení dvou rozhodujících faktorů – aerobní (VO_{2max}) a anaerobní (VLamax) kapacity, které vytvářejí vztah mezi laktátem a rychlostí.

Tyto kapacity:

- jsou tedy klíčovými faktory k určení individuálního metabolického profilu
- mohou být použity k počítačové simulaci individuální metabolické odezvy, kterou lze očekávat po různých typech tréninkové záteže. Podle výsledků simulace se můžeme rozhodnout, odpovídá-li reakce vyvolaná určitým typem záteže tréninkovým cílům či nikoli.

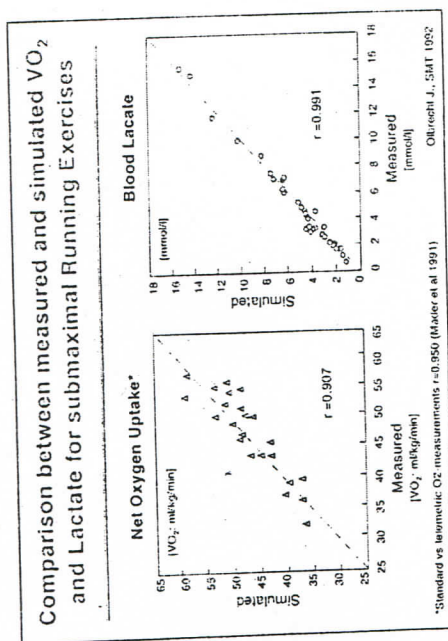
Porovnáním změřené a umělé (simulované) kyslíkové spotřeby (VO_{2max}) a laktátu při submaximální běžecké záteži ukazuje velmi těsnou podobnost (obrázek číslo 4, 28.).

Tento přístup je tedy zcela odlišný od většiny jiných laktátových testovacích procedur, které k popisu kondičního profilu plavce používají:

- jednu rychlost, například rychlost nějakého laktátového nebo jiného anaerobního prahu (např. rychlost při laktátu 4 mmol/l), nebo
- sklon nebo tvar laktátové křivky

Tento nový model tedy odhaluje metabolické procesy v pozadí laktátových hodnot a umožňuje pochopení často paradoxního vývoje kondičního profilu stejně jako často rozporuplných tréninkových rad plynoucích z klasických metod interpretace laktátových testů

- Obrázek číslo 4.28.: Prokázalo se, že naměřená a simulovaná hodnota kyslíkové spotřeby ($\dot{V}O_2 \text{ max}$ - vlevo) a laktátu (vpravo) při různých submaximálních běžeckých úsilích jsou si zcela podobné (Olbrecht 1992).



Porovnání naměřených a simulovaných hodnot $\dot{V}O_2 \text{ max}$ a laktátu při submaximálním běžeckém úsilí.

Net Oxygen uptake = síť spotřeby kyslíku

Blood lactate = krevní laktát

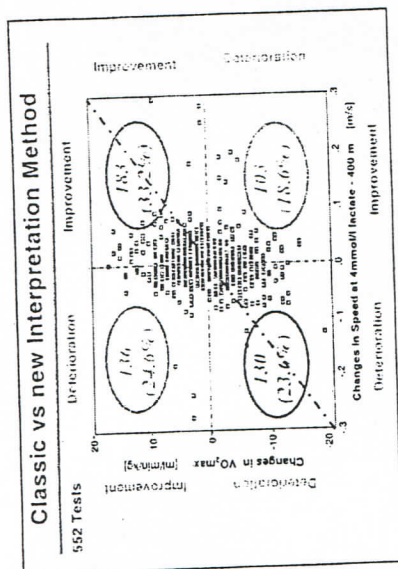
Simulated = simulace, Measured = naměřená hodnota

*Standard vs telemetric O₂ - measurements $r = 0.950$ = standardní versus telemetrické hodnoty O₂ $r = 0.950$

Srovnání klasické interpretace posunu laktátové křivky (posun doprava a dolů) je vysvětlován zvýšením nebo respektive snížením $\dot{V}O_2 \text{ max}$ - viz Interpretace posunu laktátové křivky) a interpretace založené na použití simulačního programu pro určení aerobní a anaerobní kapacity odhalilo, že:

- pouze asi 60% klasických interpretací aerobní kapacity je v souladu s více sofistikovanou interpretací (obrázek číslo 4.29.). To znamená, že z pěti klasicky vyhodnocených laktátových testů jsou v průměru dvě interpretace nesprávné a proto neodvratně vedou k chybné tréninkové radě.
- zlepšení nebo zhoršení u maximálního testu na 100 metrů může být vysvětleno zlepšením nebo respektive zhoršením anaerobní kapacity pouze u 50% případů (obrázek číslo 4.30).

- Obrázek číslo 4.29.: Okolo 60% klasických interpretací aerobní kapacity ($\dot{V}O_2 \text{ max}$) se shoduje s náročnější (více sofistikovou) interpretací.



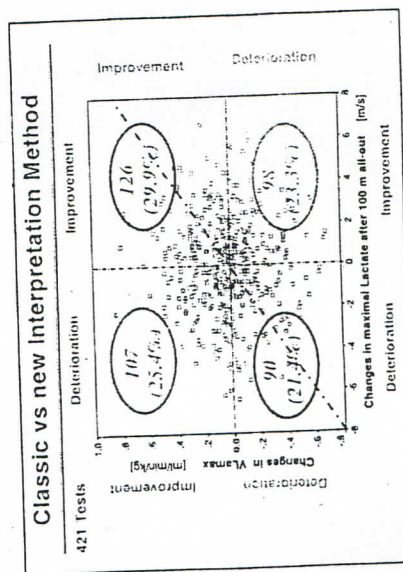
Klasická versus nová interpretační metoda

Deterioration = zhoršení, Improvement = zlepšení

Changes in speed at 4 mmol/l lactate - 400m = změny v rychlosti při laktátu 4 mmol/l

Changes in $\dot{V}O_2 \text{ max}$ = změny ve $\dot{V}O_2 \text{ max}$

- Obrázek číslo 4.30.: Zlepšení nebo zhoršení maximálního testu na 100 metrů ($\dot{V}L \text{ max}$) může být vysvětlen zlepšením nebo respektive zhoršením anaerobní kapacity ($\dot{V}L \text{ max}$) pouze v 50% případech.



Klasická versus nová interpretační metoda

Deterioration = zhoršení, Improvement = zlepšení

Changes in maximal lactate after 100 m all-out = změny maximálního laktátu po 100 metrech naplno

Changes in $\dot{V}L \text{ max}$ = změny v $\dot{V}L \text{ max}$

Je možné změřit maximální hodnotu kyslíkové spotřeby, ale výsledky jsou s větší či menší správností a už vůbec ne reprezentativní. Z praktického hlediska, aby byl výsledek alespoň částečně reprezentativní, musí být u plavce měřeno při volném plavání v bazénu (nebo případně v plaveckém kanále, ale ne každý plavecký kanál je však vhodný) a ne na bicyklovém ergometru nebo na běhátku (viz Spolehlivost laktátového testování). Tato procedura je však časově náročná a vyžaduje značné odborné schopnosti.

Kromě toho, vybavení pro měření hodnot VO_{2max} je nákladné, velmi křehké a náchylné k tvorbě chyb. Použijme příklad: odchylka o 100 ml/min (+/- 50 ml/min) je při měření VO_{2max} zcela běžný standard. Pro plavce vážícího 70 kg tato chyba znamená 1,43 ml/kg/min. Tato chyba v kyslíkové spotřebě vede pro plavce k rozdílu kolem 1,5 sekundy na 100 metrů. Proto tedy není možné pomocí měření VO_{2max} spolehlivě rozlišit dva plavce, mezi jejichž nejlepšími časy není větší rozdíl než 1,5 sekundy na 100 metrů. Jinými slovy, přesnost měření hodnot VO_{2max} není schopná odlišit dva plavce plavající 400 metrů kral za 4:44 min. a 4:50 min. Na druhé straně přesnost laktátových hodnot, umožňuje rozlišit dva plavce jejichž časy na 400 metrů kral se liší o pouhou 1 sekundu. Je tedy zřejmé, že laktátové testování umožňuje mnohem přesnější analýzu metabolického profilu plavce.

Navíc, při měření hodnot VO_{2max} , musí mít plavec nasazenou masku, která značně zvyšuje odpor vody, překáží plavci a brzdí ho a v neposlední řadě snižuje jeho motivaci.

Závěrem můžeme říci, že měření spotřeby kyslíku:

- přináší mnoho praktických a finančních problémů
- postrádá možnost určit s dostatečnou přesností metabolický profil elitních plavců
- v porovnání s laktátovým testováním je omezena důležitá plavecká specifická testovací výsledků

testovacích výsledků

Vzhledem ke specifické dynamice kyslíkové spotřeby nebude nikdy žádný testovací protokol schopen postihnout přímo skutečnou hodnotu VO_{2max} . Naměřená hodnota VO_{2max} bude vždy podhodnocena. Pomocí našeho simulace programu jsme však schopni vypočítat VO_{2max} a tato vypočítaná hodnota maximální kyslíkové spotřeby se vždy ukazuje být vyšší než hodnota naměřená.

Testovací protokol

Vstupní hodnoty pro simulační program jsou časy, vzdálenosti a pozátěžové hodnoty laktátu z různých jedno-rychlostních submaximálních testů. Jednotlivé úseky jsou odděleny odpočinkem, aby se plavec dostal zpět na klidové hodnoty laktátu a VO_{2max} . Je důležité, aby každý úsek začínal z této klidové hodnoty, aby se odstranilo jakékoliv vzájemné působení s pozátěžovými hodnotami.

Například, plavec plave 400m, 200m, 150m a 100 metrů znak v jedné testovací jednotce. Každý úsek se plave konstantní submaximální rychlostí, která se však postupně zvyšuje se snižující se trati.

Laktátové hodnoty jsou určovány v první, třetí a jestliže je to nutné tak i v páté minutě po každém úseku. Odpočinek mezi jednotlivými úseky by měl být asi 10-20 minut, prvních 5-15 minut aktivního odpočinku, kdy je plavec požádán, aby plaval regenerační rychlostí, aby se dostal zpět na klidovou hodnotu laktátu a dále nejméně 5 minut pasivního odpočinku, aby se plavec dostal zpět na klidovou hodnotu VO_{2max} .

Po dostatečném odpočinku může plavec pokračovat dalším úsekem. Prsaři a krauleři absolvují stejný testovací protokol, plavou však svým hlavním způsobem. Delfináři plavou kraulem. Polohovkáři plavou test způsobem, na který chce trenér dát v tréninku důraz.

Cílem našeho vyhodnocovacího algoritmu je rozbebrat pozátěžové hodnoty laktátu na podíl a vrcholnou hodnotu aerobního a anaerobního metabolického procesu. Tradiční „stupňovitý test“ je proto pro tuto vyhodnocovací metodu vhodný pouze částečně. Simulační program vypočítává:

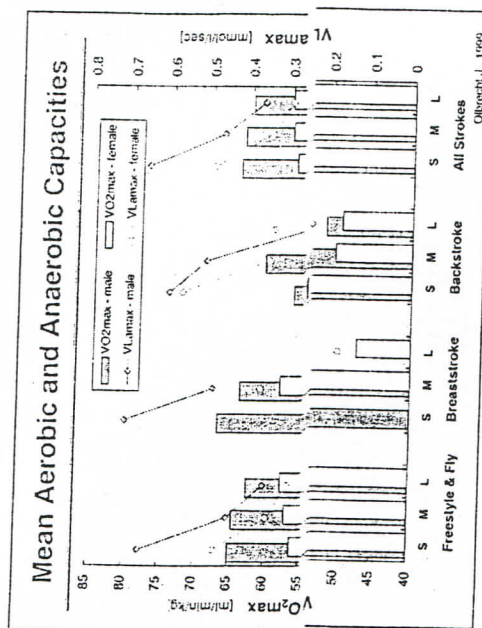
- VO_{2max} a V_{Lamax} (tedy aerobní a anaerobní kapacitu)
- aerobní a anaerobní podíl dodávky energie pro různé typy zátěže při různých hodnotách laktátu
- rychlost vylučování laktátu během různých, cvičení i maximální rychlost vylučování laktátu
- maximální hodnotu rovnovážného laktátového stavu ($MaxLa_{ss}$ tj. stav kdy se vylučování laktátu = produkci laktátu)
- anaerobní výkon

Tento simulační model byl ověřen více než 800 testy provedenými u plavců od žákovské kategorie až k mistrům světa, ale protože je značně komplikovaný a nákladný měl by se běžně používat pro sportovce na nejméně národní úrovni.

Výhodnocení kondičního profilu

V posledních 6 letech jsme vyhodnotili s použitím tohoto simulačního programu přes 200 plavců. Obrázek číslo 4.31 uvádí průměrné hodnoty výsledků aerobních a anaerobních kapacit pozorovaných u žen a mužů, sprinterů, středotratářů i vytrvalců. V tabulce číslo 4.3 je možné nalézt výsledky nejlepších tří plavců v každém způsobu (kraul, znak, prsa, delfín (testován kraulem)).

- Obrázek číslo 4.31: Vypočítané průměry aerobní a anaerobní kapacity pro ženy a muže, sprintery, středotratáře a vytrvalce. Vzhledem ke specifické dynamice kyslíkové spotřeby bude vždy naměřená hodnota VO_{2max} podhodnocena.



Průměrné hodnoty aerobních a anaerobních kapacit.

male = muži
female = ženy

- Tabulka číslo 4.3: Rozmezí nejlepších aerobních a anaerobních kapacit nejlepších 3 plavců společně s rozmezím jejich nejlepších výkonů na 50-ti metrovém bazéně.
* Delfinári jsou testováni kraulem.

ŽENY	Výsledky nejlepších 3 plavců Rozmezí nejlepších časů (50ti m bazén) Časy	Iniciály	Rozmezí kapacit	
			Aerobní	Anaerobní
SPRINT 50m	24,88 – 25,91 – 26,04	IDB – GC – TB	64 – 64 – 64	0,55 – 0,74 – 0,95
KRAUL 100 – 200 m	54,89 – 56,33 – 56,90	IDB – TB – MVR	64 – 64 – 63	0,55 – 0,95 – 0,76
400 m	4:10,52-4:11,71-4:12,10	KV – IA – CG	67 – 68 – 63	0,37 – 0,60 – 0,40
800 m	8:31,60-8:34,56-8:36,51	KV – IA – CG	67 – 68 – 63	0,37 – 0,60 – 0,40
ZNAK 100 – 200 m	2:16,53-1:03,54-1:05,01	SW – BS – SVD	59 – 57 – 56	0,46 – 0,63 – 0,61
PRSA 100 – 200 m	2:27,66-1:10,17-1:12,52	BB – IK – HB	66 – 73 – 60	0,74 – 1,04 – 0,54
DELFIN * 100 – 200 m	58,53-1:01,11-1:01,44	IDB – BC – FD	64 – 64 – 68	0,55 – 0,74 – 0,61

MUŽI	Výkony 3 nejlepších plavců Rozmezí nejlepších časů (50ti m bazén) Časy	Iniciály	Rozmezí kapacit	
			Aerobní	Anaerobní
SPRINT 50m	22,06 – 22,54 – 22,87	PVH – MV – JK	84 – 72 – 77	1,00 – 1,25 – 1,03
KRAUL 100 – 200 m	1:46,41-1:50,49-49,87	PVH – JK – MV	86 – 77 – 72	0,97 – 1,03 – 1,25
400 m	3:54,46-3:55,56-4:02,95	MW – PVH – BR	80 – 80 – 73	0,88 – 0,79 – 0,66
1500 m	15:30,61-15:47,55-16:30,55	MW – SR – SM	80 – 79 – 77	0,88 – 0,81 – 0,88
ZNAK 100 – 200 m	1:59,64 – 57,10 – 2:01,51	SM – KEZ – RR	79 – 72 – 74	0,75 – 0,86 – 0,72
PRSA 100 – 200 m	1:00,80-1:02,50-1:02,80	FDB – MW – MF	73 – 76 – 77	0,99 – 0,80 – 0,89
DELFIN * 100 – 200 m	53,68 – 54,08 – 1:59,20	SA – KJ – FS	77 – 78 – 73	0,68 – 1,09 – 0,94

Aerobní kapacita

Je celkem jednoduché vyhodnotit aerobní kapacitu, jelikož ta nemůže být nikdy příliš vysoká.

Celkově můžeme říct, že ať už je plavec specializace jakákoli (sprinter nebo vytrvalec), čím

vyšší je jeho aerobní kapacita, tím lepší je:

- jeho šance na dobrý výkon v závode
- jeho schopnost zvládnout a přizpůsobit se většímu tréninkovému objemu, větším tréninkovým intenzitám a delšímu mezocyklu.

Anaerobní kapacita

Vyhodnocení anaerobní kapacity je naopak mnohem složitější. Za prvé je to disciplína, na kterou se plavec připravuje, která určí, jaká úroveň anaerobní kapacity je vhodná. Například sprinter připravující se na 50 metrů by měl mít velmi vysokou anaerobní kapacitu (vyšší než 0,9 mmol/l/kg/min), protože tato vysoká úroveň mu zajišťuje hodně energie ve velmi krátkém časovém období a to mu umožňuje udržet maximální rychlost téměř do konce 50-ti metrového úseku. Tato obrovská dodávka energie samozřejmě způsobí náhlé a silné zakyselení svalů, ale protože tato trať trvá pouze 22-35 sekund, nástup útlumu anaerobního laktátového systému díky tomuto zakyselení nastane pouze v poslední části závodu.

Čím delší je závodní disciplína, tím nižší musí být anaerobní kapacita:

- aby se předčasně útlumu anaerobního systému kvůli zakyselení, které způsobí při maximálním příspěvku během závodu (= anaerobní výkon)
- aby se aerobní kapacita mohla co možná nejvíce zapojit (= maximalizace aerobního výkonu)

Za druhé závisí vyhodnocení plavcovy anaerobní kapacity také na úrovni jeho aerobní kapacity. Lepší aerobní kapacita umožňuje vyšší příspěvek anaerobní kapacity při tomtéž nástupu zakyselení. To znamená extra výhodu co se týče dodávky energie, protože více energie je dodáno nejen aerobním ale také anaerobním řetězcem před utlumením produkce energie, které nastane při nástupu zakyselení. Simulační program může odhadnout optimální anaerobní kapacitu pro danou aerobní kapacitu a danou závodní disciplínu (plavecký způsob a trať).

Určení tréninkových cílů

Obrovská výhoda simulačního programu je v tom, že umožňuje pohled na metabolické procesy, které se skrývají za „čísly (= hodnoty laktátu a rychlosti)“. Tréninkové cíle jsou tedy určeny podle na silných stránkách a slabín aerobního a anaerobního metabolického systému a s ohledem na závodní disciplínu, na kterou se plavec připravuje.

Periodizace je dalším základním prvkem, který ovlivňuje určení tréninkových cílů. Během základního tréninkového období je důraz kladen na zlepšení aerobní a je-li to nezbytné, také anaerobní kapacity. Jestliže je to skutečně anaerobní kapacita, kterou musí plavec zlepšit, pak trenér nebude zvyšovat objem sérií anaerobní kapacity, ale místo toho zvýší jejich frekvenci v jednom týdnu buď přidáním extra tréninkové jednotky anaerobní kapacity v některých týdnech nebo vložением série anaerobní kapacity jako intenzivní části tréninku aerobní kapacity. Navíc, efekt série anaerobní kapacity by měl být oddělen od negativního vzájemného ovlivňování s nejbližšími tréninkovými jednotkami, např. objemovými cvičeními. Vytrvalci mohou mít během tohoto tréninkového období poněkud příliš vysokou anaerobní kapacitu, protože to snižuje riziko přetížení aerobního energetického systému a tím je chrání před přetrérováním.

Na druhé straně, je-li anaerobní kapacita dostatečně silná, trenér může zvýšit tréninkový objem a naplánovat pro intenzivní část tréninků aerobní kapacity jakékoliv intenzivní cvičení, dokonce i mini-sérii aerobního výkonu.

Během před-závodního tréninkového období (tj. během formu vyvolávajícího období) je obvykle cílem vytrvalců zlepšení jejich aerobního výkonu a pro sprintery pak zlepšení jejich anaerobního výkonu. Ale vzhledem k tomu, že schopnost budovat aerobní nebo anaerobní výkon silně závisí na úrovni aerobní a anaerobní kapacity, může se trenér rozhodnout toto pravidlo porušit, to je přizpůsobit v určitém rozsahu základní cíl tohoto tréninkového období a nejprve se zaměřit na menší poopravení anaerobní kapacity, aby vytvořil lepší rovnováhu mezi aerobní a anaerobní kapacitou před budováním příslušného výkonu. V ideálním případě by rovnováha mezi oběma kapacitami měla být dosažena již na konci základního tréninkového období, ale praxe ukazuje, že k tomu dochází pouze zřídka.

Získaná úroveň obou kapacit bude také určovat délku před-závodního tréninkového období a frekvenci tréninků aerobního nebo anaerobního výkonu. Sprinteri s vysokou aerobní i anaerobní tréninkové kapacitou budou také potřebovat nejen delší před-závodní tréninkové období, ale budou také potřebovat více tréninkových sérií anaerobního výkonu než sprinteri s nižší anaerobní kapacitou. Vytrvalci s velmi nízkou anaerobní kapacitou budou, bez ohledu

na úrovni jejich aerobní kapacity, samozřejmě potřebovat pro dosažení vrcholné formy pouze několik tréninků aerobního výkonu. Na druhé straně vytrvalci s vysokou aerobní a dobrou anaerobní kapacitou budou potřebovat delší před-závodní tréninkové období a více sérií aerobního výkonu než vytrvalci s nižší anaerobní kapacitou.

Stanovení tréninkové intenzity a objemu

Klasickým jedno- nebo dvou-rychlostním laktátovým testem jsme schopni určit pro každého testovaného plavce rychlost plavání pro sérii 100, 200 nebo 400 metrových úseků nebo pro souvislé plavání, které vede na konci tréninku k požadované koncentraci laktátu (viz obrázek číslo 4.26.). Tento test však neobsahuje žádný důkaz, vyhovuje-li požadovaná koncentrace laktátu intenzitě, která odpovídá cíli cvičení.

Protože jsme teď schopni předvést plavecké úsilí na počítači, můžeme před provedením tréninkové série zkontrolovat, jaká koncentrace krevního laktátu odpovídá metabolické aktivitě, kterou chceme ve svalích vyvolat (viz obrázek 4.15.). To daleko více zpřesní charakteristiku tréninkového podnětu. Tato kontrola společně s výsledky z analýzy předchozího tréninkového období, které ukazují jak který plavec reaguje na různé typy tréninkových cvičení, určí rozdělení správné intenzity na cíle tréninkové série. To je zvlášť důležité zejména pro sérii aerobní vytrvalosti, protože tato skupina tréninků je nejcitlivější na nesprávnou intenzitu, která je většinou příliš vysoká.

Závěr

Klasická interpretace laktátových testů může podat zkreslený obrázek vývoje výkonnosti a může znáti trenéra i plavce při určování tréninkových cílů a tréninkové intenzity. Proto je pro špičkové plavce, u nichž sebestmenší chyba v tréninku může rozhodnout o úspěchu či neúspěchu, naprosto nezbytné vyloučit klasickou metodu interpretace a používat zjištěné laktátové hodnoty pouze k určení charakteristiky metabolických procesů u daného plavce. Je důležité, aby byla tréninková doporučení založena na těchto charakteristikách a v žádném případě se neodvozovala přímo ze vztahu rychlost - laktát, tedy z laktátové křivky.

Příklad:

Test: 8. října 1994

Výsledky

55 0,1 4:40 11,3

Výklad testu

-Velmi nízká anaerobní kapacita (ANK), dokonce i pro dobrého plavce na 400m
-Dobrá aerobní kapacita (AEK)
-Velmi vysoký anaerobní výkon (ANP)
(T^4_{400} = čas na 400m kralu při 4 mmol/l)
(L_{max} = nejvyšší koncentrace laktátu po 100m naplno)

Pozadí:

Plavec:

- chlapec, 16 let
- hlavní trať 200 a 400 kralu
- dobrá tré. zkušnost (5 let)
- max. 8 tr. j. v jednom týdnu
- Cíl: hlavní závod začátkem února 1995

Tréninkový plán

Týden číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Km:	35	40	25	35	45	28	40	45	55	35	30
TJ:	8	8	7	8	8	7	8	9	10	8	7
REĚG	3	3	6	3	4	6	4	6	6	7	6
AEK 1 (2)	1 (2)	1 (2)	-	1 (2)	1 (2)	-	2 (2)	2 (3)	1 (2)	1	-
ANK	2	2	1	1	3	1	1	1	2	-	1
AEV	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
ANV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZÁVODY	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	x
	mezocyklus 3			mezocyklus 4			mezocyklus 5				

Rada pro trénink:

- Největší přednost má zvýšení anaerobní kapacity
- Vyvarovat se střední intenzity, u extenzivní vytrvalostní práce plavat při laktátu LA1 nebo dokonce pomaleji
- Intenzivní práci provádět sériemi anaerobní kapacity a závody
- Udržet / zvýšit aerobní kapacitu

Tepová frekvence

Tepová frekvence je hojně používaným parametrem pro určení tréninkové intenzity. Existuje pro to několik důvodů:

1. tepová frekvence odráží reakci srdce na čtené vnitřní a vnější podněty. Fyzický stres během tréninku je jistě důležitý vnitřní podnět, ale není jediným faktorem, který ovlivňuje tepovou frekvenci. Při stejné tréninkové intenzitě se totiž plavcovi tepová frekvence může měnit. Tepovou frekvenci ovlivňuje mentální stres, který plavec prožívá, momentální stupeň únavy, zdraví a také vnější faktory jako je venkovní teplota, vítr nebo délka série. Tepová frekvence proto odráží víc než pouze úroveň metabolické aktivity během zátěže.
2. drobné rozdíly v tepové frekvenci během tréninku mohou být dále spojeny s velkými změnami v povaze tréninku. Trénink při stejné tepové frekvenci může proto den ze dne znamenat různý typ tréninku. Uvážíme-li i vliv vnějších faktorů, (zmíněných pod bodem jedna), potom i přes přesné měření, nemůže být tepová frekvence považována za spolehlivý prostředek kontroly tréninkové intenzity (tabulka číslo 4.4.) nebo definování typu zátěže.

Příklad:

Plavec dokončí následující sérii, kde je měřena tepová frekvence (Polar®) a laktát:
 $4 \times (2 \times 100 \text{ nrsa})$ s odpočinkem 45 vteřin, progresivně po dvou.

- Tabuľka číslo 4.4.: Vývoj tepovej frekvencie v závislosti na intenzite (laktátu) a zaplavovaných časoch ($A + B$).

Opakování	Čas A (TF)	Čas B (TF)	Laktát po B (mmol/l)
A - B			
1 - 2	1:28,0 (155)	1:27,9 (157)	1,70
3 - 4	1:22,5 (160)	1:22,7 (161)	2,50
5 - 6	1:19,2 (163)	1:19,4 (165)	3,80
7 - 8	1:18,2 (167)	1:17,9 (167)	7,50

Co je vhodná tepová frekvence, jestliže chceme trénovat při 3 mmol/l laktátu?

Vzhledem k přecházející tabulce bude vhodná tepová frekvence pro tohoto plavce 162-163. Víme ale, že tepová frekvence může kolísat o 2 tepy za minutu v obou

Tréninkový plán (pokračování)

PROCNOŽA PRO VYTRVALOSTNÍ TRÉNINK

Strenuice intenzivní a plaveckých časů pro vytrvalostní tréninková cvičení

Extenzivní	LA1	LA2	LA3	LA4	LA5	Intenzivní
Tréninková série:	REF	EXE	MIL	INE	EAN	
-Série-						
100 m :	1:12,3	1:09,1	1:06,9	1:05,7	1:03,5	1:02,8
200 m :	2:28,4	2:23,4	2:19,3	2:15,8	2:12,1	2:09,8
400 m :	5:04,4	4:52,7	4:44,4	4:37,6	4:33,2	4:27,8
souvislé plavání -						
průměrné časy na 100 m						
20 - 45 min:	1:18,2	1:16,3	1:13,4	1:11,3	1:10,2	1:07,8

20 – 45 min; 1.10.2 1.10.3 1.10.4

REG = regenerační trénink, EXE = extenzivní aerobní trénink, MIE = středně intenzivní aerobní trénink, INE = intenzivní aerobní trénink, EAN = extenzivní anaerobní trénink.

Cinnost

- 2 mezocykly (2+1) se zdůrazněnou anaerobní kapacitou (ANK)
 - Střední objem
 - Krátké úseky, ale v LA1
 - Intenzivní část AEK2 = ANK
- 1 mezocykl (3+2) se zdůrazněnou aerobní kapacitou (AEK)
 - Zvýšení objemu (km) a počtu tréninkových jednotek (TJ)
 - Dlouhé úseky
 - 1 série aerobního výkonu (AEV – LA2-LA4) v týdnu číslo 7 a 9
 - Intenzivní část AEK2 může být ANK stejně jako AEV

Nový test: 24.prosince 1994

Výsledky

62 0.28 4:34 9,9

ΔE:K	ANK	T ₄₀₀	Δmax
ΔO ₂ max	VΔmax	čas	mmol/l

Výklad testu

- Zlepšení ANK: hlavní cíl byl dosažen

Tréninková rada pro další měsíc

- Udržet AEK a ANK
- Zlepšit nejprve aerobní výkon (AEV) a jestliže to bude možné také anaerobní výkon ANV

směrech podle mentálního stresu, stupně únavy, zdravotního stavu a mnoha vnějších okolních faktorů. To znamená, že si nemůžeme být nikdy jisti, jestli dnešní tepová frekvence 162 tepů za minutu odpovídá 160 nebo 164 tepům za minutu. Předchozí tabulka nadále ukazuje, že rozdíl 4 tepů za minutu je doprovázen zvýšením či snížením koncentrace laktátu kolem 2 mmol/l. Jak je potom možné poradit tomuto plavci přesnou tréninkovou intenzitu na základě tepové frekvence, i když budeme stále předpokládat, že monitor tepové frekvence pracuje naprosto přesně?

Jestliže určíme tepovou frekvenci ručním počítáním tepů za 10 sekund, potom hladina přesnosti klesá, k nejméně 6 tepům za minutu oběma směry. Není potom přesnější požádat plavce, aby plaval v rozmezí 1:21 – 1:22?

3. tepová frekvence je také velmi závislá na tréninku, na který je sportovec zvyklý. Plavec, který často trénuje intenzivně, bude mít po určitém čase nižší tepové frekvence během intenzivních tréninkových cvičení. Na druhé straně, plavec, který normálně plave volně, bude při lehkém zvýšení tréninkové intenzity rychle dosahovat vyšší tepové frekvence.
4. konečně, z tepové frekvence je nemožné určit příspěvek aerobní a anaerobní energie. Plavec může v tréninku dosáhnout tepové frekvence 140 tepů za minutu, ale říká tato hodnota něco o tom jak dobrá nebo slabá je jeho anaerobní kapacita nebo jaké procento anaerobní práce bylo zapojeno? Tepová frekvence neříká nic o tom, co se děje ve svalcích.

Předchozí argumenty však neznamenají, že je tepová frekvence bezcenným kontrolním parametrem.

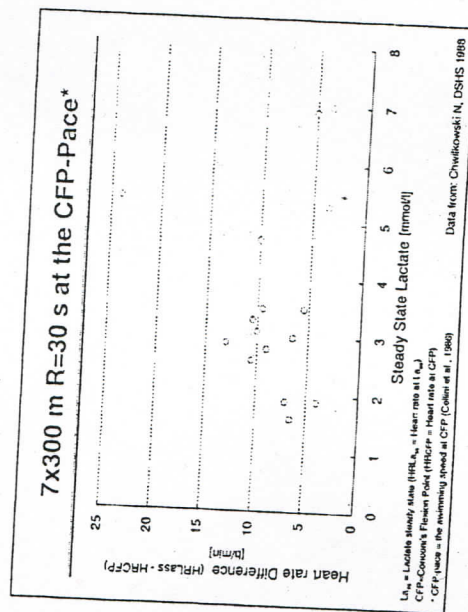
1. tepová frekvence je výborným prostředkem jak přimět plavce měnit tréninkovou intenzitu. Doplnění tréninkových úkolů o různé tepové frekvence může plavci pomoci netrénovat stále stejným tempem úsek za úsekem, sérii za sérii. Nicméně, tepová frekvence neurčuje jednoznačně povahu a stupeň metabolické aktivity během zátěže (vysoká nebo nízká spotřeba kyslíku, produkce a eliminace laktátu, poměr aerobní a anaerobní práce). Proto nelze na základě tepové frekvence spolehlivě určit ani povahu tréninkové zátěže ani její účinek na organismus plavce.

Příklad: tepová frekvence 140 tepů za minutu nemusí být pro některé plavce optimální intenzita pro vytrvalostní trénink, ale spojení této tepové frekvence s tréninkovým úkolem může mnoho plavců ochránit, aby neprováděli cvičení příliš rychle.

Tepová frekvence není spolehlivý prostředek pro kontrolu intenzity a určování typu tréninkové zátěže, ale může být zcela jistě použita k obměňování intenzity při tréninku. Ale v tomto případě však nemůže být určena ani přesná povaha tréninkové zátěže ani její účinek na organismus plavce.

V této souvislosti musíme být také kritičtí k hodnotám „Conconiho testu (bodů odchylky tepové frekvence)“. Trénink při různých procentech bodů odchylky tepové frekvence lze použít k obměňování tréninkové intenzity, nicméně ale neobjasňuje metabolické reakce v pozadí tepové frekvence (obrázek 4.31). Tento fakt není tak dramatický pro rekreační sportovce, je ale nemožné vědecky monitorovat trénink elitních sportovců, protože není možné vyhodnotit, jaký tréninkový podnět vyvolává jakou metabolickou reakci v organismu plavce.

- **Obrázek číslo 4.31: Vyšší tepové frekvence po cvičení při rovnovážném laktátovém stavu (lactate steady state) (7 x 300m, odpočinek 30 sekund, při plavecké rychlosti odpovídající Conconiho bodu ohybu) nejsou v žádném vztahu s po-zátěžovými hodnotami laktátu.**



7 x 300 m, interval 30 sekund, při CFP tempu

Heart rate difference ($HRLA_s - HRCFP$) = rozdíl tepové frekvence ($HRLA_s - HRCFP$)

Steady state lactate (mmol/l) = laktátový rovnovážný stav (mmol/l)

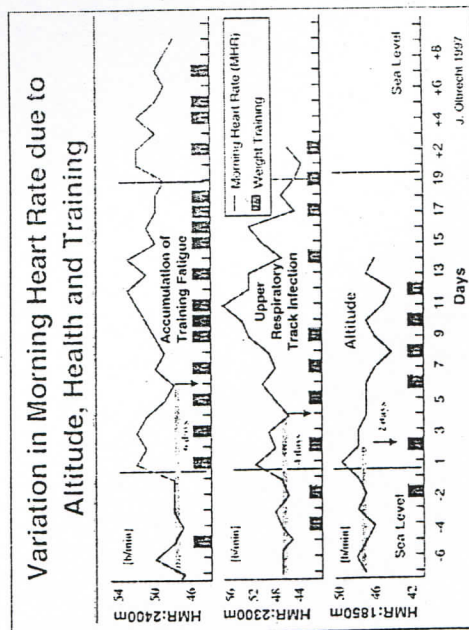
LA_s = Rovnovážený laktátový stav ($HRLA_s$ = Tepová frekvence při LA_s)

CFP = Conconiho bod ohybu ($HRCFP$ = tepová frekvence při CFP)

CFP pace = plavecká rychlost při CFP

2. Fakt, že tepová frekvence odráží víc než pouze metabolickou reakci na zátěžový podnět, činí z tepové frekvence hodnotný prostředek k hodnocení celkové kondice celého organismu. Tepová frekvence vypovídá, jak dobře organismus zvládá trénink ve spojení s dalšími faktory jako například s posilovacím tréninkem, aklimatizací na vysokohorské prostředí (obrázek 4.32.), zdravím, únavou atd. V tomto ohledu můžeme apelovat na ranní měření tepové frekvence, kterou měříme počítáním tepů po dobu celé minuty vleže, po probuzení. Vyšší než normální hodnota ranní tepové frekvence po dobu delší než 3 dny je zcela jasným znakem, že něco není v pořádku. Tento problém může být spojen s tréninkem, ale může mít i jiný původ – nicméně je to signál, abychom zevrubně analyzovali trénink i prostředí.

- Obrázek číslo 4.32.: Pozorování výkyvů v ranní tepové frekvenci před, v průběhu a po dlouhém tréninkovém období ve vysoké nadmořské výšce, pod vlivem posilovacího tréninku (střední graf) a při zdravotních problémech (horní graf).



Změny ranní tepové frekvence v závislosti na nadmořské výšce, zdraví a tréninku

Accumulation of training fatigue = nahromadění tréninkové únavy

Upper respiratory tract infection = infekce horních cest dýchacích

Altitude = vyšší nadmořská výška

Morning heart rate = ranní tepová frekvence

Weight training = posilovací trénink

Také vyšší než normální tepová frekvence během často se opakujících sérií při submaximálních rychlostech plavání, v kombinaci s nižšími než normálními tepovými frekvencemi během maximálních sérií naplno, zcela jasně signalizují únavu, blížící se zdravotní problémy nebo nadměrný trénink. Tyto symptomy nejsou po pravdě řečeno samy o sobě příliš vážné, ale postavili-li se do cesty tréninkovým adaptacím, jsou důvodem k celkové a pečlivé analýze (tréninku i prostředí) posledních nejméně 14 tréninkových dní.

Pokud je tepová frekvence přesně změřena, je se všemi svými možnostmi i omezeními cenný parametr. Toto však platí i o jiných parametrech jako jsou procenta nejlepších výkonů, laktát atd.

Procenta nejlepších výkonů

Studie ukazují, že tréninková intenzita může být přesněji vypočítána na základě procenta z nejlepších výkonů plavce než na základě tepové frekvence (Olbrecht, 1997).

Tabulka číslo 4.5. uvádí procenta nejlepších výkonů na 100, 200 a 400 metrů pro plavce a plavkyně, které mohou být použity k vypočítání tréninkové intenzity u sérií 100, 200 a 400 stovek s intervalem alespoň 30 sekund mezi jednotlivými opakováními.

- Tabulka číslo 4.5.: Procenta z nejlepších časů u kraulu a odpovídající hodnoty laktátu pro anaerobně silné (AS) a anaerobně slabší (AW) plavce, pro intervalové série s nejméně 30 sekundami odpočinku ($80\% \text{ z } 1:10 = 1:10 + 20\% \text{ ze } 70 \text{ sekund} = 1:24$)

Ženy Hodnota laktátu	n x 100		n x 200		n x 400	
	AS	AW	AS	AW	AS	AW
2	69	78	73	82	83	87
4	74	82	80	86	85	89
6	77	86	84	89	88	92

Muži Hodnota laktátu	n x 100		n x 200		n x 400	
	AS	AW	AS	AW	AS	AW
2	65	74	72	82	80	86
4	72	81	79	84	84	89
6	74	84	82	87	88	92

Aby bylo možné použít procenta z nejlepších časů přesně, je nutné vědět, jestli je plavec anaerobně silný (AS) nebo anaerobně slabý (AW). Všeobecně se

předpokládá, že sprinteři jsou anaerobně silní, proto spadají do kategorie AS a vytrvalci jsou anaerobně slabí, proto spadají do kategorie AW. Ale přesnější rozdělení do kategorií AS a AW umožňují koncentrace laktátu po závodech a i „Tabulka úrovně kapacity“ (tabulka 4.1.). Procenta z nejlepších časů by se také měla snížit o 1 až 2 %, jestliže je odpočinek mezi opakováními krátký (10-20 sekund).

Neví-li trenér, jestli je anaerobní kapacita jeho plavce silná nebo slabá, mohou tato procenta vést k nesprávným tréninkovým intenzitám. Například, tabulka 4.5. ukazuje, že série 5 x 400 metrů kralů při 87 % nejlepšího osobního výkonu odpovídá vytrvalostnímu tréninku (laktát 2 mmol/l) pro anaerobně slabou plavkyni a smíšenému aerobně/anaerobnímu tréninku (laktát 6 mmol/l) pro anaerobně silnou plavkyni. Tyto dvě plavkyně plavou stejnou sérií (5 x 400 metrů kralů s intervalem 30 sekund) při stejném procentu z nejlepších osobních výkonů (v tomto případě 87 %) a přitom zažívají všechny odlišné tréninkové intenzity.

Anaerobně silní (AS) a anaerobně slabí plavci (AW) aktivují 3 systémy dodávky energie různým způsobem při stejných procentech jejich nejlepších osobních výkonů. Podívejme se na příklad dvou plavců, z nichž oba mají shodný nejlepší výkon na 400 metrů kralů (4:30,0): předpokládáme, že anaerobně silný plavec zaznamenal v závodech na 400 metrů kralů laktát 15,5 mmol/l, zatímco anaerobně slabý plavec dosáhl laktát 10,2 mmol/l. Jestliže dostanou oba stejný úkol - například plavat sérií 5 x 400 metrů kralů na 87 % jejich nejlepších osobních časů - tj. 5:05,0, budou oba plavat každý čtyřtamtetový úsek o 35 sekund pomaleji než nejlepší osobní výkon. Protože na 400 metrů kralů odpovídá rozdílu laktátu 1 mmol/l, časový rozdíl kolem 4,2 sekundy, můžeme zhruba určit, že koncentrace laktátu bude asi o 8,3 mmol/l laktátu nižší než při závodech (35 sekund/4,2 sekund). Vypočítaných 87 % osobního nejlepšího výkonu potom znamená středně intenzivní aerobně/anaerobní tréninkovou jednotku (15,5 - 8,3 = 7,2 mmol/l) pro anaerobně silného plavce (AS), zatímco stejných 87 % reprezentuje vytrvalostní trénink (10,2 - 8,3 = 1,9 mmol/l) pro anaerobně slabého plavce (AW).

Určení tréninkové intenzity založené na procentech z nejlepších osobních výkonů není neomylné, ale tato metoda je přesnější než určení intenzity pouze na základě plavcovy subjektivního vnímání intenzity nebo podle jeho tepové frekvence.

30 – ti minutový test neboli T30

Jak bylo již uvedeno v předchozích částech této kapitoly, jsou plavcovi aerobní i anaerobní kapacita základními prvky při určování tréninkových cílů a tréninkové intenzity a mohou být poměrně přesně změřeny pomocí laktátových testů. Ale ne každý plavecký klub má finanční prostředky k provádění těchto testů. Proto jsme navrhli jiné, méně finančně náročné formy testování. 30-ti minutový test (T30) zajišťuje poměrně přesný odhad plavcovy vytrvalosti a je přijatelnou náhradou za laktátový test na 400 metrů.

Vyhodnocení aerobní kapacity pomocí 30-ti minutového testu není samozřejmě tak přesné jako použití laktátového testu, ale nicméně umožní trenérovi:

- změřit plavcovu aerobní vytrvalost
- účelově navrhnout tréninkový plán
- vypočítat tréninkovou intenzitu pro vytrvalostní cvičení

Tento test vyžaduje, aby plavec za 30 minut uplavl rovnoměrnou rychlostí co nejvíce. Jestliže plavec plave tento test poprvé, měl by usilovat o mezičasy, které jsou o 1 až 2 sekundy pomalejší než jeho mezičasy na 800 nebo 1500 metrů.

Tento test může být pojat jako trénink. Trenér zastaví každého plavce individuálně mezi 29 min 40 sek a 30 min 20 sek, vždy na konci bazénu. Poté zaregistruje konečný čas a vzdálenost, kterou plavec uplavl. Uplavaná vzdálenost by potom měla být pomocí následujícího vzorce přepočtena na vzdálenost, kterou by plavec uplavl toutéž rovnoměrnou rychlostí přesně za 30 minut:

$$\text{vzdálenost uplavaná za 30 minut} = \frac{1800 \times (\text{uplavaná vzdálenost})}{\text{celkový čas}}$$

kde celkový čas je vyjádřen v sekundách

Příklad:

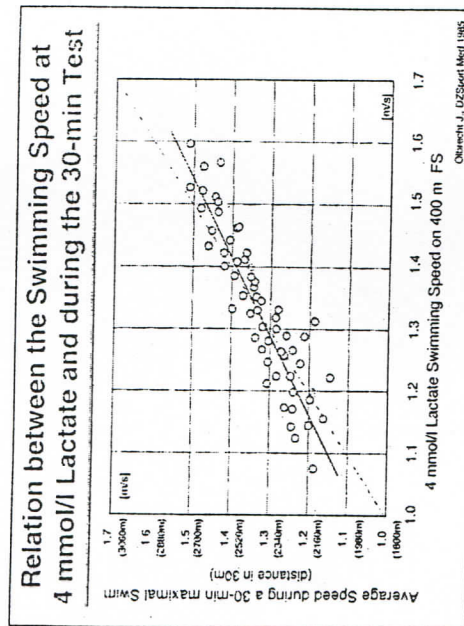
Plavec uplave 2150 metrů za 29 min 39 sek.

$$\text{Celkový čas} = (60 \times 29) + 39 = 1779 \text{ sekund}$$

$$\text{Vzdálenost uplavaná za 30 minut} = 1800 \times 2150 / 1779 = 2175 \text{ metrů}$$

Výzkumy ukázaly, že průměrná rychlost dosažená během 30-ti minutového testu (celková rychlost / čas v sekundách), těsně odpovídá aerobní kapacitě určené laktátovými testy (viz obrázek 4.33.). Bylo potvrzeno, že čím víc plavec uplave za 30 minut, tím lepší je jeho aerobní vytrvalost. Průměrná rychlost plavců se silnou aerobní vytrvalostí je nižší než rychlost plavců s slabou aerobní vytrvalostí. Průměrná rychlost plavců při submaximálním laktátovém testu na 400 metrů. Na druhé straně rychlost plavců při submaximálním laktátovém testu na 400 metrů.

- Obrázek číslo 4.33.: Vztah mezi rychlostí plavání při laktátu 4 mmol/l a rychlostí (celková vzdálenost)/během 30-ti minutového maximálního testu



Vztah mezi plaveckou rychlostí při laktátu 4 mmol/l a rychlostí během 30-ti minutového testu

average speed during a 30-min maximal swim (distance in 30 min) = průměrná rychlost během 30-ti minutového maximálního testu (vzdálenost uplavaná za 30 minut)
4 mmol/l lactate swimming speed on 400 m FS = rychlost na 400 metrů kralu při laktátu 4 mmol/l

Tato forma testování umožňuje na základě vzdálenosti uplavané ve 30-ti minutovém testu určit aerobní kapacitu plavce, ale také pro něj odvodit čas pro několik základních úrovních a intenzivních vytrvalostních tréninkových sérií (viz tabulky 4.6. a 4.7. pro muže a plavkyně starší 14-ti let).

- Tabulka číslo 4.6: Časy pro plavkyně pro extenzivní (ext.) a intenzivní (int.) vytrvalostní série 100, 200 a 400 stovek s odpočinkem 10–30 vteřin mezi jednotlivými úseky (jestliže byl ve skutečnosti čas testu více nebo méně než 30 minut, použijte vzorec v textu k určení „30-ti minutové vzdálenosti“).

ŽENY					
Vzdálenost uplavaná za 30 minut	Série 100 m úseků		Série 200 m úseků		Série 400 m úseků
	ext.	int.	ext.	int.	ext.
1825 m	1:38	1:33	3:22	3:10	6:50
1850 m	1:37	1:32	3:20	3:07	6:45
1875 m	1:36	1:30	3:17	3:05	6:41
1900 m	1:35	1:29	3:15	3:03	6:36
1925 m	1:34	1:28	3:13	3:01	6:32
1950 m	1:33	1:27	3:10	2:59	6:28
1975 m	1:32	1:26	3:08	2:57	6:23
2000 m	1:31	1:25	3:06	2:55	6:19
2025 m	1:30	1:24	3:04	2:53	6:15
2050 m	1:29	1:23	3:02	2:51	6:11
2075 m	1:28	1:22	3:00	2:49	6:07
2100 m	1:27	1:21	2:58	2:47	6:03
2125 m	1:26	1:20	2:57	2:45	5:59
2150 m	1:25	1:20	2:55	2:43	5:56
2175 m	1:24	1:19	2:53	2:41	5:52
2200 m	1:23	1:18	2:52	2:40	5:48
2225 m	1:22	1:17	2:50	2:38	5:45
2250 m	1:21	1:16	2:48	2:37	5:42
2275 m	1:20	1:15	2:47	2:35	5:39
2300 m	1:19	1:14	2:45	2:33	5:35
2325 m	1:19	1:14	2:43	2:32	5:32
2350 m	1:18	1:13	2:42	2:30	5:29
2375 m	1:18	1:13	2:40	2:29	5:26
2400 m	1:17	1:12	2:39	2:27	5:23
2425 m	1:16	1:11	2:37	2:26	5:20
2450 m	1:16	1:10	2:36	2:24	5:17
2475 m	1:15	1:10	2:35	2:23	5:14
2500 m	1:14	1:09	2:33	2:22	5:12
2525 m	1:14	1:08	2:32	2:20	5:09
2550 m	1:13	1:08	2:31	2:19	5:06
2575 m	1:12	1:07	2:29	2:18	5:04
2600 m	1:12	1:07	2:28	2:16	5:01
2625 m	1:11	1:06	2:27	2:15	4:58

Vyrování ohledně 30-ti minutového testu:

30-ti minutový test nemůže nahradit laktátové testování, protože neurčuje plavcovu anaerobní kapacitu. Mimoto, při výpočtu aerobní kapacity se musíme spoléhat na průměrný příspěvek anaerobní energie při maximálním úsilí během 30-ti minut plavání. Jestliže potom plavec s nadprůměrnou anaerobní kapacitou vloží do 30-ti minutového testu více anaerobní energie a uplavě díky tomuto anaerobnímu vkladu o několik desítek metrů více, celková uplavaná vzdálenost nadhodnotí skutečnou hodnotu aerobní kapacity. Na druhé straně, plavec se slabou anaerobní kapacitou užije ve 30-ti minutovém testu pouze velmi málo anaerobní energie, což vede k podhodnocení aerobní kapacity u tohoto plavce.

Příklad:

Plavec A i plavec B uplavou během 30-ti minutového maximálního souvislého plaveckého testu stejnou vzdálenost – 2075 metrů. Má-li plavec B lepší anaerobní kapacitu a použije během testu více anaerobní energie, bude příspěvek jeho aerobního systému dodávky energie, i přes stejný výkon, menší než u plavce A. Není-li v tomto případě k dispozici laktátový test, nemůže být určeno individuální použití anaerobní energie. Trenér potom při vyhodnocování testu riskuje nadhodnocení aerobní kapacity a „trénovatelnosti“ plavce B a podhodnocení obou prvků u plavce A.

Spolehlivost 30-ti minutového testu také velmi mnoho záleží na motivaci plavce plavat tento test maximálně. Proto je pro trenéra důležité zařadit tento test do tréninku takovým způsobem, aby byli plavci motivováni plavat co nejlépe.

Jiné testy

Existuje samozřejmě mnoho jiných forem testů, převážně jsou to variace všech výše zmíněných testů se stejnými pro a proti argumenty. Některé jsou založeny na laktátovém testování, jiné na kontrole tepové frekvence, procentech nejlepších závodních časů nebo procentech rychlosti během souvislého cvičení, atd. Interpretaci a poznámky k těmto typům testů je možné nalézt v příslušných částech této kapitoly.

Cílem této kapitoly je uvést návod pro kritický přístup k jednotlivým typům testů a stimulovat vytvoření spolehlivého systému pro měření intenzity a objemu.

- Tabulka číslo 4.7: Časy pro plavce pro extenzivní (ext.) a intenzivní (int.) vytrvalostní série 100, 200 a 400 stovek s odpočinkem 10 – 30 vteřin mezi jednotlivými úseky (jestliže byl ve skutečnosti čas testu více nebo méně než 30 minut, použijte vzorec v textu k určení „30-ti minutové vzdálenosti“).

MUŽI						
Vzdálenost uplavaná za 30 minut	Série 100 m úseků		Série 200 m úseků		Série 400 m úseků	
	ext.	int.	ext.	int.	ext.	int.
1850 m	1:44	1:37	3:41	3:28	7:25	7:03
1875 m	1:42	1:36	3:36	3:23	7:16	6:54
1900 m	1:41	1:35	3:31	3:18	7:07	6:45
1925 m	1:39	1:33	3:26	3:14	6:58	6:36
1950 m	1:38	1:32	3:23	3:11	6:54	6:30
1975 m	1:36	1:30	3:19	3:07	6:46	6:22
2000 m	1:35	1:29	3:16	3:04	6:38	6:14
2025 m	1:33	1:27	3:12	3:00	6:32	6:08
2050 m	1:32	1:26	3:09	2:57	6:26	6:02
2075 m	1:31	1:25	3:07	2:55	6:19	5:56
2100 m	1:30	1:24	3:04	2:52	6:14	5:51
2125 m	1:29	1:23	3:02	2:50	6:10	5:47
2150 m	1:28	1:22	3:00	2:48	6:06	5:43
2175 m	1:27	1:21	2:58	2:46	6:02	5:39
2200 m	1:26	1:20	2:56	2:44	5:58	5:35
2225 m	1:26	1:20	2:55	2:43	5:55	5:31
2250 m	1:25	1:19	2:54	2:41	5:51	5:27
2275 m	1:23	1:18	2:52	2:39	5:47	5:23
2300 m	1:22	1:17	2:49	2:38	5:43	5:19
2325 m	1:21	1:17	2:47	2:36	5:39	5:15
2350 m	1:20	1:15	2:45	2:33	5:35	5:11
2375 m	1:19	1:14	2:43	2:31	5:31	5:08
2400 m	1:18	1:13	2:41	2:29	5:27	5:04
2425 m	1:17	1:12	2:39	2:27	5:23	5:00
2450 m	1:16	1:11	2:37	2:25	5:19	4:56
2475 m	1:15	1:10	2:35	2:23	5:15	4:52
2500 m	1:14	1:09	2:33	2:22	5:12	4:49
2525 m	1:13	1:08	2:31	2:20	5:08	4:45
2550 m	1:13	1:07	2:29	2:18	5:05	4:42
2575 m	1:12	1:06	2:28	2:16	5:01	4:38
2600 m	1:11	1:06	2:26	2:15	4:58	4:35
2625 m	1:10	1:05	2:24	2:13	4:54	4:31
2650 m	1:09	1:04	2:23	2:11	4:51	4:28
2675 m	1:09	1:03	2:21	2:10	4:48	4:25
2700 m	1:08	1:02	2:20	2:08	4:45	4:22