

Navíc, nejenom že plavci často trénují špatnou intenzitou, plavou také často vzhledem k jejich schopnostem příliš vysoké objemy.

Délky jednotlivých opakování a délka odpočinku mezi nimi jsou velmi úzce spojeny s tréninkovým cílem a jsou prakticky stejné pro všechny výkonnostní skupiny plavců. Na druhé straně intenzita a objem závisí z velké části na plavcových kondičních schopnostech a musí být proto určovány individuálně pro každého plavce. Tato kapitola se zabývá některými technikami, které zajišťují pro plavce vhodnou tréninkovou intenzitu a objem. Mezi tyto techniky patří:

1. **Plavcovo subjektivní vnímání intenzity**
2. **Měření krevního laktátu**
3. **Měření tepové frekvence**
4. **Trénink na určité procentuální úrovni plavcových nejlepších výkonů**
5. **30-ti minutový test – T30**

### **Plavcovo subjektivní vnímání intenzity**

Nejjednodušším způsobem jak postihnout tréninkovou intenzitu, je zeptat se plavce na jeho vnímání náročnosti tréninkového cvičení. (Byla tato série lehká, byla náročná? atd.) Všeobecně 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 stupňům intenzity nebo může stejná intenzita vyvolat různé subjektivní pocity. Plavec, který plave často na tréninku příliš rychle se bude subjektivně cítit během intenzivní tréninkové jednotky 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 souvislost mezi subjektivním vnímáním intenzity a skutečnou (objektivní) metabolickou zátěží měřenou pomocí hladiny laktátu v krvi (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.

- *Obrázek číslo 4.1. : Vztah mezi subjektivním pocitem intenzity během tréninkové jednotky, měřeno Borgovou stupnicí, a objektivní metabolickou zátěží, měřena 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	=	Borgova stupnice: Vnímání intenzity
8 = moderate intensive	=	středně intenzivní
10 = intensive	=	intenzivní
12 = more intensive	=	více intenzivní
14 = highly intensive	=	velmi intenzivní
16 = very highly intensive	=	velmi vysoce intenzivní
20 = exhaustive	=	vyčerpávající

Tento fakt, mluvíme-li z tréninkového hlediska, znamená, že stejné subjektivní pocity stupně intenzity mohou reprezentovat absolutně rozdílné aktivity všech tří metabolických procesů a proto mohou vyvolávat zcela jiný tréninkový efekt. Trenér, který tedy spoléhá při určování intenzity výhradně na subjektivní pocity svých plavců, se může dočkat některých nepříjemných překvapení. Trenér může provést správné plánování i periodizaci tréninku, plavcova subjektivní zkušenost intenzity může také zcela odpovídat tomu, co trenér od plavce očekává, ale jestliže plavcovy pocity špatně interpretují skutečnou metabolickou intenzitu, mohou se vyskytnout nežádoucí tréninkové adaptace.

Určení skutečné tréninkové intenzity, tedy zátěže na plavcův organismus je tedy „conditio sine qua non“ pro dosažení očekávaného tréninkového efektu. Trenér tedy musí disponovat *objektivní* metodou pro změření tréninkové intenzity.

To však neznamená, že je plavcovo subjektivní vnímání intenzity nedůležité. Samozřejmě je, je jen třeba ho doplnit některou objektivní metodou, například měřením hodnot laktátu. Jestliže jsou plavci pravidelně testováni, jsou postupem času schopni spojit svoje subjektivní pocity s hodnotami laktátu. Naučí se tedy celkem přesně určit skutečnou intenzitu tréninkových cvičení a jsou schopni podat trenérovi daleko spolehlivější informace.

### Závěr

#### **Subjektivní vnímání intenzity:**

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

### Krevní laktát

Na rozdíl od subjektivního vnímání intenzity umožňuje měření koncentrace krevního laktátu postihnout 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 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 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 popisováním testovacích protokolů a jejich použití v tréninku zaměříme se nyní v kostce na základní fakta o laktátu.

### *Proč používat laktát?*

Laktát je meziproduktem v procesu dodávání energie a je uvolňován skrze anaerobní laktátový metabolismus v momentě, kdy energie dodávaná anaerobním alaktátovým a aerobním systémem začíná být nedostačující. To se může stát:

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

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 aktivitami tří různých, energii dodávajících systémů ve svalech. Protože tyto tréninkové intenzity zajišťují informace, do jaké míry tréninkové cvičení uvádí v činnost metabolický systém, je možné dát do souvislosti vyvolané tréninkové adaptace s metabolickými charakteristikami svalové aktivity během určitého tréninkového období. Časem pak laktátové testy umožní pro každého jednotlivého plavce nahlédnout do biologických adaptací, které mohou být od tohoto tréninkového cvičení očekávány.

## Význam a spolehlivost laktátových testů

Jestliže chcete, aby laktátový test zajistil důležitou a spolehlivou informaci je nutné se ujistit, že:

- test je prováděn ve specifickém sportu a 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 kondici plavce a proto nezajistí 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. pak ukazuje, že neexistuje žádný vědecký důkaz, že by plavec s vyšším výkonem při 4 mmol/l laktátu na bicyklovém ergometru (watt/kg) také plaval rychleji při stejné hodnotě laktátu 4 mmol/l. Plavecká rychlost při 4 mmol/l je důležitým parametrem pro určení tréninkové intenzity, stejně jako pro odhad výsledku při soutěži. Je však zcela zřejmé, že zátěž 4 mmol/l laktátu na bicyklovém ergometru nepodává žádné spolehlivé informace pro závodní výkon nebo tréninkovou intenzitu při plavání.

- *Obrázek číslo 4.3.: Spotřeba kyslíku a výkon při 4 mmol/l laktátu 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

Stejně jako je nezbytné sportovně specifické testování, musí být znakaři, prsaři a kvalitní delfináři testováni ve svých hlavních způsobech, pokud chce trenér použít výsledky testů pro optimalizaci tréninku jejich hlavních způsobů. Přestože jsou tedy změny v rychlosti kraulu při 4 mmol/l laktátu (V4) v hrubém souladu se změnami ve V4 pro znak, prsa a delfin, přesto nemohou být vždy pozorovány i u těchto ostatních způsobů (obrázek číslo 4.4.). Tato souvislost je zde totiž příliš slabá, než abychom zde mohli spolehlivě postihnout aerobní vytrvalost<sup>1</sup> u znaku, prsou nebo delfína, v závislosti na měřeních V4 u kraulu.

- *Obrázek číslo 4.4.: Změny v rychlosti při 4 mmol/l laktátu u kraulu (V4) jsou pouze v hrubých rysech spojeny se změnami ve V4 u znaku, prsou a delfína. Změny ve V4 u kraulu nemohou být vždy přeneseny či pozorovány u ostatních způsobů. Tato souvislost je zde příliš slabá než abychom mohli spolehlivě postihnout aerobní vytrvalost V4 u znaku, prsou nebo delfína, v závislosti na testování V4 u kraulu.*

### **Změny v rychlosti při 4 mmol/l laktátu 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 4 mmol/l laktátu

400 FS vs 200 FLY = 400 kraul versus 200 delfin

400 FS vs 400 BR = 400 kraul versus 400 prsa

400 FS vs 400 BA = 400 kraul versus 400 znak

<sup>1</sup> Hovoříme zde o aerobní vytrvalosti protože příspěvek aerobní kapacity nebo aerobního výkonu na rychlost při 4 mmol/l laktátu, 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 laktátovou koncentrace (nejvyšší pozátěžové hodnoty laktátu), protože pouze tato hodnota vypovídá o produkci laktátu ve svalech. Protože se laktát přesunuje ze svalů do krevního oběhu, kde je posléze měřen, existuje zde vždy časová prodleva mezi dosažením nejvyšší koncentrace laktátu ve svalech a dosažením této koncentrace v krvi (obrázek číslo 4.5.). Aby bylo zajištěno odebrání nejvyšší možné koncentrace laktátu po zátěži, je nutné odebrat nejméně dva vzorky krve.

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

## **Laktát v krvi a ve svalech**

Muscle lactate = laktát ve svalech

Blood lactate = laktát v krvi

Excercise = zátěž , Post excercise = po zátěži

Time after excercise = doba po ukončení zátěže

Lactate disrtibution and elimination = distribuce a eliminace laktátu

Compartment = část, úsek

Active muscle mass = aktivní svalová masa

Blood = krev

Non-active tissue = neaktivní tkáň

Lactate elimination = eliminace laktátu



Po absolvování submaximálního úseku o více než 100 metrech, 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 během páté minuty po dokončení zátěže a následně případně i další vzorky až do doby, kdy začne hodnota laktátu klesat.

Čím intenzivnější a / nebo kratší je plavaný úsek ( 100m a méně) tím později po dokončení úseku se dostaví maximální koncentrace laktátu a tím více vzorků je tedy nutno odebrat. Proto po absolvování maximálního úseku odebereme první vzorek ve třetí minutě a dále pak každé dvě minuty až dokud nezačne koncentrace laktátu opět klesat. Za pomoci instantního analyzátoru je snadné pozorovat zda-li již hladina laktátu klesá či nikoli. Jestliže však není přímé měření laktátu k dispozici, je nutné odebrat vzorky krve ve třetí, páté, sedmé, desáté a dokonce dvanácté minutě po krátkém maximálním úseku, 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 vyprodukovat stejné hodnoty laktátu. Tato hodnota laktátu však může korespondovat s různými tréninkovými úsilími, dávkami a intenzitami a tedy vyvolávat rozdílné biologické adaptace (rozdílný tréninkový efekt). Dále může stejná koncentrace laktátu, měřená po určité tréninkové sérii, reprezentovat pro různé plavce různou metabolickou aktivitu pracujících svalů, a proto má tato stejná hodnota 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.

Porozumět skutečnému významu laktátových testů je možné pouze, pokud jsou brány v potaz tři následující aspekty:

- absolutní hodnota vzorku
- proporce plavcovy aerobní a anaerobní kapacity zapojené do absolvované zátěže.
- charakteristika tréninkového cvičení (objem, intenzita, délka úseku a odpočinek)

## Laktátová křivka

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

Jestliže je například plavec požádán, aby plaval stupňované úseky, hodnota laktátu bude 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 laktátová koncentrace. Zanesením plavecké rychlosti do grafu společně s hodnotami laktátu a spojením všech těchto bodů křivkou vznikne laktátová křivka (obrázek číslo 4.6.)

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

## Laktátová křivka

Swimming speed = plavecká rychlost

FS =kraul

Tato křivka může být použita pro určení rychlosti pro danou hodnotu laktátu nebo obráceně, pro zjištění hodnoty laktátu pro danou rychlost. Obrázek číslo 4.7. ukazuje určení plavecké rychlosti vycházíme-li z hodnoty laktátu 4 mmol a následně z očekávané laktátové koncentrace odpovídající rychlosti 1,6 m/s (4:10 min) na 400 metrů kraul.

- *Obrázek číslo 4.7. : Laktátová křivka ukazující koncentrace laktátu které mohou být očekávány při různých plaveckých rychlostech a obráceně, plavecká rychlost, která může být očekávána při různých laktátových koncentracích. V tomto případě 4 mmol/l laktátu odpovídá 1,392 m/s (4:47,4 min) a 1,6 m/s (4:10 min) odpovídá hodnotě 12,1mmol/l laktátu.*

### **Vztah mezi plaveckou rychlostí a krevním laktátem**

#### **Laktátová křivka – 400m kraul**

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

Laktátová křivka tedy odráží vztah mezi rychlostí a laktátem pro určitá specifická cvičení, která plavec provádí. V závislosti, jak na délce každého opakování, tak i na odpočinku mezi každým opakováním se však tvar a / nebo pozice 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 laktátová koncentrace pro všechny zvolené rychlosti, které jsou rychlejší než rychlost, při které dochází k nástupu laktátu (obrázek číslo 4.8.)
- krátký odpočinek mezi jednotlivými opakováními bude vést k exponenciální křivce, zatímco absolutní zotavení povede k téměř lineární křivce (obrázek číslo 4.9.)
- v porovnání s absolutním zotavením mezi jednotlivými úseky bude krátký odpočinek vést k pomalejšímu 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 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 = vzdálenost 400, 200, 100 metrů

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

### **Vícekový test versus dvou-rychlostní plavecký test**

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

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

## Posun laktátové křivky: Působení aerobního a anaerobního systému na laktátovou křivku

U tréninkové zátěže delší než dvě minuty se laktát v krvi prudce zvedá (nástup laktátu), jestliže plavec dosáhne limitu své aerobní kapacity (= maximální spotřeby kyslíku nebo VO<sub>2</sub> max). Čím vyšší je plavcova VO<sub>2</sub> max (aerobní kapacita), tím rychleji je schopen plavat před tím než se dostaví nástup laktátu. V diagramu závislosti laktátu na rychlost, tedy posune zvýšení aerobní kapacity laktátovou křivku směrem doprava. Výsledkem bude zvýšení plavecké rychlosti korespondující se 4 mmol/l laktátu. Tento fakt přispíval po dlouhá léta k přesvědčení, že rychlejší V<sub>4</sub> (rychlost při 4 mmol/l laktátu) je bezpodmínečně spojena se zlepšením VO<sub>2</sub> max.

Tento přístup byl jednoduchý a byl široce používán, ale velmi záhy se objevily některé nevysvětlitelné problémy s laktátovým testováním. Mnoho trenérů a sportovních odborníků si povšimlo, že v průběhu sezóny se často u plavců nezlepšovala nebo dokonce zhoršovala hodnota V<sub>4</sub> nebo jiný ukazatel vytrvalosti, ale přesto se plavci zlepšovali v soutěžích. Vystaly otázky, zda-li zde došlo k nějakému zlepšení aerobní vytrvalosti nebo o možnosti, že laktátové testy nejsou dobrým prostředkem ke měření aerobní vytrvalosti. Protože věříme, že původní teorie byla dobrá a že docházelo ke zlepšování aerobní kapacity, je zřejmé, že v interpretaci výsledků laktátových testů něco chybělo.

Pozorovali jsme totiž, že nástup laktátu, stejně jako V<sub>4</sub>, nenastával u všech plavců při stejném procentu jeho VO<sub>2</sub> max (obrázek číslo 4.10.). Například u plavce A došlo k prudkému nárůstu laktátu v krvi při zhruba 60% jeho VO<sub>2</sub> max, zatímco stejný proces nastal u plavce B při 70 % jeho aerobní kapacity. Tento rozdíl v příspěvku aerobní kapacity může být vysvětlen plavcovým stupněm anaerobní kapacity (maximální kapacity produkce laktátu / pyruvátu za sekundu = glykolýza). Čím vyšší je anaerobní kapacita (VL<sub>amax</sub>), tím dříve je anaerobní systém zapojen do dodávání energie a tím dříve se objeví nástup laktátu. Na rozdíl od zvýšení aerobní kapacity, které posune laktátovou křivku doprava, zvýšení anaerobní kapacity posune tuto křivku doleva, a tím následně zpomalí V<sub>4</sub>. Dále pak zvýšení anaerobní kapacity také sníží procento VO<sub>2</sub> max při nástupu laktátu a při V<sub>4</sub> (rychlost při 4 mmol/l laktátu). Výsledkem je, že jestliže V<sub>4</sub> zůstává stejná, ale anaerobní kapacita se zvýší, V<sub>4</sub> se objevuje při nižším procentu VO<sub>2</sub> max a je tudíž spojena s vyšším VO<sub>2</sub> max.

Protože zlepšení anaerobní kapacity zpravidla nastává v průběhu sezóny, kdy s přibývajícím časem dochází ke zdůrazňování anaerobního tréninku, V<sub>4</sub> může zůstat stejná nebo se dokonce zhoršit i přes nezměněnou nebo dokonce zlepšenou hodnotu VO<sub>2</sub> max.

- Obrázek číslo 4. 10.: Spotřeba kyslíku (- - -) a koncentrace laktátu (\_\_\_\_) během série s progresivně se zrychlujícími úseky. Procento  $VO_2$  max dosažené při nástupu laktátu a při 4 mmol/l laktátu je vyznačeno pro studenta (o) a elitního plavce(□).

### Spotřeba kyslíku při 4 mmol/l laktátu

#### 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 vyjádřeno ilustrováno kladkovým systémem na každé straně laktátové křivky (obrázek číslo 4.11.). Na pravé straně je kladka aerobní kapacity ( $VO_2$  max). Čím vyšší je hodnota  $VO_2$  max, tím větší je síla, která táhne laktátovou křivku doprava. Na levé straně je kladka anaerobní kapacity ( $V_{Lamax}$ ). Čím vyšší je hodnota  $V_{Lamax}$ , tím větší je

síla, která táhne křivku doleva. Konečná pozice laktátové křivky bude v místě, kde jsou obě síly vyváženy.

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

### **Pozice laktátové křivky**

Je tedy zřejmé, že sprinter s vysokou hodnotou  $V_{Lamax}$  a také aerobní kapacitou světové třídy nebude mít nikdy laktátovou křivku položenou tak daleko vpravo jako špičkový vytrvalec, který má stejnou aerobní kapacitu, ale nižší  $V_{Lamax}$ . 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 vzájemným vyvážením jejich 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.: Umístění laktátové křivky plavce – vytrvalce směrem doprava od sprinterovy laktátové křivky není vždy výsledkem vytrvalcovi lepší aerobní kapacity, ale může stejně tak být následkem jeho nižší anaerobní kapacity.*

### **Dvou-rychlostní test**

Experimentální výzkum, při kterém byla měřena maximální kyslíková spotřeba během plavání, potvrzuje toto zjištění a vykazuje téměř shodnou aerobní kapacitu (VO<sub>2</sub> max) u světového sprintera stejně jako u světového vytrvalce. Rozdíl mezi laktátovými křivkami není proto následkem různých aerobních kapacit, ale následkem rozdílné úrovně anaerobní kapacity (sprinterovy mnohem vyšší anaerobní kapacity).

### **Interpretace laktátové křivky**

Po dlouhá léta jsme se domnívali, že je interpretace laktátové křivky a výsledků laktátových testů 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 měla za následek mnoho zavádějících hodnocení kondice plavce a špatné tréninkové rady. Poslední výzkumy ukázaly, že jelikož obě kapacity aerobní i anaerobní určují pozici laktátové křivky:

- je nezbytně nutné zvážit obě kapacity jako celek před vyhodnocením a interpretací posunu laktátové křivky.
- nejsou 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 pozici 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 neodráží automaticky zlepšení aerobní kapacity. Ve skutečnosti se může jednat o zhoršení anaerobní kapacity, kladka, která táhla křivku doleva je oslabena a to má za následek posun laktátové křivky doprava, beze změny aerobní kapacity. Laktátová křivka se tedy posune doprava ne kvůli zlepšení aerobní kapacity, ale kvůli zhoršení anaerobní kapacity. Tento jev je možné pozorovat i obráceně. Posun křivky doleva nemusí bezpodmínečně znamenat zhoršení aerobní kapacity, ale může být následkem zlepšení anaerobní kapacity- síla kladky táhnoucí vlevo se zvýší, zatímco tah na druhé straně zůstává stejný, což má za následek posun křivky doleva (obrázek číslo 4.13.). Klasická interpretace laktátové křivky v obrázku 4.13. ukazuje na snížení aerobní kapacity, avšak simulační model vysvětluje, že posun doleva je následkem zlepšené anaerobní kapacity a nezměněné aerobní kapacity. Toto vysvětlení se prokázalo jako mnohem srozumitelnější vzhledem k plavcovým tréninkovým i závodním výsledkům.

- *Obrázek číslo 4.13.: 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 mít za následek posun laktátové křivky doprava, přestože se hodnota anaerobní kapacity sníží ještě víc. Potom se síla kladky působící vlevo sníží ještě víc než síla působící vpravo, což má za následek posun laktátové křivky doprava.

### **Laktátové testování v tréninku**

Dalším faktorem, který silně ovlivňuje výsledek laktátového testu je charakteristika tréninkového cvičení. Výsledek testu o 3 mmol/l laktátu dosažený při jednotlivé 400 m nebo po sérii 6 x 400m s odpočinkem 30 vteřin mezi jednotlivými úseky musí být interpretován rozdílně, protože musí být připisován:

- různému použití metabolických procesů
- různým plaveckým rychlostem

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

- *Obrázek číslo 4.14.: Vývoj koncentrace krevního laktátu během série 6 x 400 metrů s odpočinkem 30 vteřin mezi jednotlivými opakováními plavané konstantní rychlostí odpovídající hodnotě 3,5 mmol/l laktátu dosažené u jednoho opakování o 400 metrech.*

#### **Laktát během série 6 x 400 m kraul s intervalem 30“**

Swimming speed % V4 400 = plavecká rychlost v procentech k rychlosti dosažené při 4 mmol/l laktátu.

Repetitions = opakování

#### *Co se ve skutečnosti stalo?*

Během prvních tří opakování se přispívání aerobního metabolismu, který vyžaduje určitý čas, před tím než je schopen dodávat požadované množství energie, progresivně zvyšovalo a postupně převládlo nad prací anaerobního laktátového systému. To mělo za následek nejen snížení produkce laktátu / pyruvátu, ale také zvýšení eliminace laktátu / pyruvátu, protože tyto jsou použity jako palivo. Následkem toho se na konci této série dostalo do krve méně laktátu. Koncentrace laktátu v krvi tedy klesla.

Jestliže však trenér vyžaduje, aby byla tato série dokončena při hodnotě laktátu 3,5 mmol/l, pak musí plavce požádat, aby plavali v průběhu série progresivně zrychlovaně. Rychlost, která u série 6 x 400 metrů odpovídá 3,5 mmol/l laktátu je tedy zcela jasně vyšší než rychlost odpovídající této hodnotě u jediného opakování.

### Interpretace výsledků laktátových testů při tréninku

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

Například, dva plavci, bez ohledu na to zda-li mají stejnou hodnotu  $V_4$ , absolvují stejnou tréninkovou sérii na hodnotě 3 mmol/l laktátu. Plavec s vyšší aerobní kapacitou spálí více laktátu / pyruvátu a je proto nucen ho i produkovat více 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 koncentrace laktátu 3 mmol/l.

Tato situace může být demonstrována simulací o 6 x 400 metrech s intervalem 30 vteřin mezi jednotlivými opakováními pro tři plavce s různými aerobními a anaerobními kapacitami ve čtyřech různých rychlostech. Rychlosti byly vybrány tak, aby každý plavec dosáhl po dokončení tréninku koncentrace laktátu o 1, 2, 3 a 4 mmol/l (obrázek číslo 4.15.). Plavec A má vyšší jak aerobní tak anaerobní kapacitu než plavec B (viz horní pravá část grafu). Nicméně kapacity obou plavců mají za následek stejnou laktátovou křivku (viz dole vpravo) a stejnou rychlost, která produkuje 1, 2, 3 a 4 mmol/l laktátu po dokončení simulačního tréninku (viz dole vlevo). Přesto, že oba plavci mají stejnou laktátovou křivku, stejnou rychlost a stejnou koncentraci laktátu během této série 6 x 400 metrů, aerobní i anaerobní kapacity plavce A jsou zcela jasně méně zapojeny než obě kapacity u plavce B. Plavec A využívá svoji aerobní a anaerobní kapacitu od 1 do 4 mmol/l laktátu na 74 až 78 %  $VO_2$  max (aerobní kapacitu) a na 6 až 10 %  $V_{Lmax}$  (anaerobní kapacitu), zatímco plavec B využívá pro stejné hodnoty laktátu aerobní kapacitu na 83 až 86 % a anaerobní kapacitu na 15 až 22 % (viz nahoře vlevo)

Tato tréninková série tedy má 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 po dobu několika 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 1, 2, 3 a 4 mmol/l laktátu k mnohem většímu tréninkovému zatížení jeho metabolických systému než u plavců A a B. Za účelem snížení tréninkové zátěže na normální úroveň musí plavec B i C zpomalit a trénovat při nižší koncentraci laktátu než plavec A.

- *Obrázek číslo 4. 15.: Různý metabolický vliv série 6 x 400 metrů s intervalem 30“ mezi jednotlivými opakováními, která povede 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 se slabou 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 má také problémy s hromaděním laktátu během dlouhých tratí nebo dlouhých intervalových sérií. Proto pro tohoto plavce není neobvyklé plavat dlouhou tréninkovou sérii stejně od začátku do konce a být na konci této série zcela vyčerpan při laktátové koncentraci o 2 či 3 mmol/l.

Na druhé straně plavec se středně dobrou anaerobní kapacitou a dobrou aerobní kapacitou snadno dosáhne u dlouhých vytrvalostních sérií vysoké kumulace laktátu.

Ve skutečnosti se často stává, že dobrý vytrvalec dosáhne po dlouhé vytrvalostní sérii vyšších hodnot laktátu než sprinter, přestože anaerobní kapacita tohoto vytrvalce je nižší. U sprintera však vede jeho vyšší anaerobní kapacita k rychlému zakyslení svalových buněk,

které zpomalí energetické procesy, což má za následek snížení plavecké rychlosti a téměř žádnou další akumulaci laktátu, protože jeho produkce je zpomalena. Navíc rychlá a razantní aktivace anaerobního systému zpomalí příspěvek aerobního systému během zátěže trvající déle než dvě minuty.

### Závěr

Rovnováha mezi aerobní a anaerobní kapacitou určuje:

- do jaké míry určitá tréninková série při jisté laktátové koncentraci zapojuje metabolický systém a také
- laktátovou koncentraci, která koresponduje s danou tréninkovou zátěží.

### **Eliminace laktátu**

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

### **Laktátový práh**

O laktátovém testování, aerobním a anaerobním prahu nebo stabilním laktátovém stavu se často hovoří jedním dechem. Až donedávna jsme věnovali velmi málo času diskusi o laktátovém prahu v plavání z několika důvodů:

- Existuje mnoho různých definic prahu s ohledem na aerobní a anaerobní dodávání 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 stabilního laktátového stavu ( v Evropě- MaxL<sub>ass</sub> a laktátový práh v USA ), který je definován jako maximální plavecká rychlost, která může být udržena po dobu delší 20 minut při stabilní laktátové koncentraci. V tomto bodě se eliminace laktátu ( MaxL<sub>ass</sub> ) rovná produkci laktátu. Rychlost, které může být při MaxL<sub>ass</sub> dosaženo určuje plavcův aerobní výkon. Vysoká kapacita eliminace laktátu umožňuje anaerobnímu systému dodávání energie přispívat do větší míry během dlouhodobé zátěže a to bez nárůstu koncentrace laktátu.

- Experimentální určení MaxL<sub>ass</sub> je velmi pracné a časově náročné a zabírá čas potřebný pro trénink. Pro elitní plavce se však snažíme vyvarovat ztrát tréninkového času vypočítáním MaxL<sub>ass</sub> pomocí simulačního programu, který používá výsledky z jiných laktátových testů.
- Rozdílné metody sloužící k určení metabolického prahu, které jsou založeny na testech o mnoha krocích, jsou velmi časově náročné a jsou předmětem intenzivních diskusí o jejich platnosti. Je velmi jednoduché určit fixní aerobní ( 2 mmol/l laktátu) a fixní anaerobní práh (4 mmol/ l laktátu), metodologie k určení individuálního anaerobního prahu ( v rozmezí od 1 do 6 mmol/l laktátu) je však na druhé straně mnohem komplexnější a také mnohem kontroverznější co se týče spolehlivosti a platnosti za tímto účelem 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 stejně jako praktické zkušenosti však ukázaly, že toto tvrzení není pravdivé. Z fyziologické perspektivy a z hlediska tréninkové vědy existuje velmi málo důkazů, že by byla intenzita plavání na úrovni anaerobního prahu jedinou a nejlepší intenzitou pro vytrvalostní trénink. Biologické adaptace, které jsou nezbytné k dosažení zlepšení aerobní vytrvalosti, jsou velmi komplexní a není možné jich dosáhnout jedinou tréninkovou intenzitou. Pouze kombinace různých typů tréninkových cvičení, které každé vyvolává specifický tréninkový efekt,lepší sportovcovu aerobní kondici a tím zajistí konečný úspěch v soutěži.

Proto, jelikož neexistuje žádný důkaz, že trénink na hranici aerobního nebo anaerobního prahu by byl jakkoli výhodný a měl být proto upřednostňován před dobře vyváženým tréninkovým programem, nevyplatí se investovat čas do zjištění spolehlivého anaerobního prahu (= laktátového prahu nebo – MaxL<sub>ass</sub> ). Informace získané určením laktátového prahu nejsou žádnou dodatečnou pomocí ke zlepšení efektivity 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. Z tohoto důvodu budeme termíny jako fixní aerobní nebo anaerobní práh, individuální anaerobní práh nebo stabilní hodnota laktátu 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 kondice vzhledem k oběma kapacitám
3. určit, pro další tréninkovou jednotku, tréninkový cíl, objem a uspořádání různých typů tréninkových úkolů
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 je snadnější, jestliže je plavec schopen produkovat velké množství laktátu. Protože mladí plavci nejsou velké produkce laktátu schopni 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 extrémně užitečné při sestavování správného a vhodného tréninku pro mladé plavce.

**Četnost** Užitečnost laktátových testů a jejich frekvence může být nejlépe určena výkonnostní úrovní plavce. Pro mladého plavce s nízkou výkonnostní úrovní je postačující jeden laktátový test ročně, aby charakterizoval v hrubých rysech jeho fyziologický profil a poskytl trenérovi důležitou radu pro vhodný tréninkový rámec. Upravení tréninkové intenzity během roku pak může nastat v souladu s alternativními testy, jako například 30-ti minutový test, procenta plavcových nejlepších časů, tepová frekvence atd. Plavecká technika těchto plavců je často velmi špatná a proto by se tréninkový proces měl soustředit především na tento aspekt výkonnosti více než na zlepšení kondice.

**Kritéria pro spolehlivý testovací protokol** Čím lepší je výkonnost plavce, tím přesnější musí být trénink, tím užitečnější se stává laktátové testování a tím častěji by mělo být naplánováno ( každých šest týdnů) bez ohledu na věk plavce. Testovací procedura se stává komplexnější a liší se s ohledem na plavcův hlavní způsob a je doplňována laktátovými měřeními během tréninku a při soutěži.

Aby laktátový test poskytoval spolehlivou informaci o úrovni plavcova metabolického výkonu, musí splňovat následující podmínky:

- test musí obsahovat plaveckou zátěž (sportovně specifické testování) a musí být proveden v plaveckém způsobu (testování ve specifické disciplíně), pro který je informace získávána (viz význam a spolehlivost laktátových testů)
- musí být odebrán dostatečný počet vzorků, aby bylo zajištěno získání nejvyšší možné pozátěžové koncentrace laktátu (viz význam a spolehlivost laktátových testů)
- upřednostňována by měla být jednorázová zátěž nebo několik úseků s maximálním zotavením před krokovým testem za účelem vyvarování se vzájemného působení krátkých přestávek a metabolického ohlasu předchozího opakování na vzorek laktátu. Toto vzájemné působení pouze ztíží interpretaci dosažených hodnot laktátu.
- posilovací tréninky a velmi vyčerpávající tréninky (tréninky s vysokým objemem a / nebo intenzitou) by měly být vyloučeny po 24 hodin před laktátovým testem, protože mohou silně ovlivnit spolehlivost interpretace laktátového testu.

Ze zkušenosti je totiž zřejmé, že laktátový test může být ovlivněn posilovacím tréninkem po 24 hodin po jeho absolvování. Akumulace laktátu při submaximální zátěži nastává dříve a koncentrace laktátu po maximálním úsilí je nižší, než je očekáváno. Vztít takovouto laktátovou odezvu jako vodítko pro určení současné fyzické kondice, pro vyhodnocení efektivnosti tréninku a určení tréninkové osnovy pro další období by bylo jistě velmi zavádějící.

Podobné vzájemné působení menšího významu nastává po intenzivním plaveckém tréninku, který předchází laktátovému testu v průběhu předcházejících 24 hodin.

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

Z praxe je zřejmé, že plavec může plavat odpoledne asi o 1 vteřinu na 100 metrů rychleji při stejné submaximální laktátové koncentraci než při raním tréninku (obrázek číslo 4.16.)

- *Obrázek 4.16.: Vliv testované situace na výsledek laktátového testu*

### **Efekt testované situace na laktát**

Between test = mezi testem

45 min extenzive training = 45 minut volného plavání

50-m sprint = 50 m sprint

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

AM = ráno, PM = odpoledne

pre = před, post = po

Swim time = čas

To znamená, že by laktátový test měl být prováděn vždy ve zhruba stejnou denní dobu, zejména jestliže pracujeme 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 ve výsledcích testů, jsou skutečně následkem změny kondice a ne následkem rozdílného času testování.

Kromě vždy stejné denní doby je nutné také zajistit, aby předcházející tréninky neovlivnily výsledky laktátových testů (viz obrázek číslo 4.16.). Například 45 minutový extenzivní trénink vložený mezi dva submaximální úseky (200 nebo 400 metrů) má za následek, že výsledný čas druhého úseku bude statisticky rychlejší v porovnání s prvním úsekem, který je plaván bezprostředně po rozplavání (1100 metrů), avšak výsledná pozátěžová koncentrace laktátu bude u druhého úseku nižší. 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 regenerace, 50

metrů sprint, 15 minut regenerace a druhý submaximální úsek o 400 metrech) nebude plavec vykazovat rozdílnou laktátovou koncentraci po prvním a druhém úseku, ale čas dosažený ve druhém opakování je podstatně pomalejší.

Nadále je nutné, aby byl laktátový test prováděn vždy ve srovnatelném období tréninkové periodizace. Jestliže plavec například právě absolvoval dlouhé tréninkové období (více než 7 dní) o vysoké tréninkové intenzitě nebo objemu, hladina glykogenu ve svalech může být snížena a proto je utlumena glykolytická aktivita, které je zodpovědná 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.

Tento fakt 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 má za následek posun laktátové křivky doprava. Proto se doporučuje vyvarovat se laktátovým testům bezprostředně po absolvování období o vysoké intenzitě nebo o vysokém objemu, 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 soutěži

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

Exhaustion = stav vyčerpání

Time workload = doba zátěže

Podobně, laktátové testy po absolvování vysokohorského soustředění, by z vědeckého pohledu, neměly být prováděny během 14 dní po návratu do normální nadmořské výšky. 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 v kondičním profilu plavce během 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 trénink, který byl absolvován (jeho objem a intenzita), ale také složení stravy může ovlivnit množství glykogenů ve svalech, tím následně glykolýzu a výsledky laktátových testů. Proto doporučujeme, aby bylo vyloučeno jakékoli negativní působení stravy na laktátový test, dodržovat vždy v rámci možností ve dnech před proběhnutím testu podobné složení stravy.

Závěrem je možné říci, že abychom se co nejvíce vyvarovali všech možných rušivých faktorů, musí být provedení laktátových testů dlouhodobě naplánováno (při periodizaci mezocyklu) a zařazeno přednostně na konci regeneračního týdne, případně do prvního týdne mezocyklu. Jestliže není možné se vyvarovat vzájemného působení výše vyjmenovaných faktorů s laktátovými testy, je nutné si uvědomit, že trénink má vždy přednost před testem, avšak následně musí být tyto rušivé faktory alespoň vzaty v potaz při interpretaci výsledků testů.

- test by měl vždy umožnit vyhodnocení **obou**, aerobního i anaerobního metabolismu.

Toho může být dosaženo:

- kombinací **obou**, submaximálního aerobního a maximálního anaerobního úsilí (viz standardní laktátový test). K určení *aerobní vytrvalosti* může být použito plavecké rychlosti při 4 mmol/l laktátu (V4) během submaximální zátěže trvající nejméně 2 minuty (optimální je doba trvání o více než 5 minutách, aby mohlo být dosaženo stabilního stavu u spotřeby kyslíku a krevního laktátu). Čím lepší je dosažený čas takovéto submaximální V4 zátěže, tím lepší je plavcova aerobní vytrvalost. Pro určení *anaerobní kapacity* je nutné použít úsek plavaný naplno a netrvalý déle než 2 minuty (přednostně 45 sekund až 1:30 minut), 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 dokončení krátkého maximálního úseku, 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 poměr laktátu a rychlosti. Tabulka 4.1.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)

### **Standardní 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 2 x, stejným způsobem, ale různými rychlostmi. První opakování je plaváno submaximální rychlostí, druhé opakování je plaváno maximálně. Před každým opakováním má plavec pět minut celkového odpočinku a mezi oběma opakováními musí následovat alespoň 15 minut odpočinku, přednostně aktivního. Krevní vzorky jsou pro dosažení maximální pozátěžové koncentrace laktátu odebírány v první, třetí a případně v páté minutě po submaximálním úseku a ve třetí, páté, sedmé, desáté a jestliže je to nutné také ve dvanácté minutě po maximálním úseku (obrázek číslo 4.18.)

- *Obrázek číslo 4.18.: Plavec plave dvakrát stejnou vzdálenost, 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 a poté 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 danou rychlost (sklon křivky) bylo téměř stejné pro plavce obou pohlaví (Mader 1980, Olbrecht 1989). To nám umožňuje vyznačit do diagramu závislosti laktátu na rychlosti obě rychlosti vzhledem jejich nejvyšším pozátěžovým laktátovým koncentracím, spojit oba body přímkou a tím obdržíme vyjádření vztahu 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 testovanou vzdálenost a odpočinek mezi jednotlivými opakováními. Jiné testované vzdálenosti a jiný testovací protokol vytvoří samozřejmě jinou laktátovou křivku (viz laktátová křivka).

- *Obrázek číslo 4.19.: Laktátová křivka, tedy vztah mezi rychlostí a laktátem, může být vyznačena spojením bodů získaných vnesením plavecké rychlosti v dvou-rychlostním testu a jejich příslušné pozátěžové laktátové koncentrace.*

#### **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 vnesený bod diagramu určuje kde zakreslit laktátovou křivku (obrázek číslo 4. 20.). Jedno- rychlostní test je však do určité míry limitován. Protože jsou možné pouze malé odchylky od téměř konstantního sklonu, může být jedno-rychlostní test použit pouze k určení / zakreslení laktátové křivky pro limitované hodnoty laktátu – tedy laktátové hodnoty kolem 4 mmol/l laktátu a ne nižší než 2,5 mmol/l laktátu. Submaximální jedno-rychlostní test proto zajistí spolehlivé informace pro vztah laktát / rychlost pouze v rozmezí submaximální intenzity (obrázek 4.20. b), zatímco jedno-rychlostní test provedený maximálním úsilím garantuje spolehlivost pro maximální intenzitu (obrázek 4. 20. c). Submaximální jedno-rychlostní test tedy není vhodný pro přesnou předpověď závodního výkonu.

- *Obrázek číslo 4. 20: V závislosti na téměř konstantním sklonu laktátové křivky pro daný způsob, vzdálenost a pohlaví, může být testovaná vzdálenost plavána pouze jednou. Jeden bod zanesený do diagramu vzájemné závislosti laktátu na rychlosti proto určí, kde zakreslit laktátovou křivku (a).*

*Limitace spolehlivosti laktátové křivky zakreslené po jedno-rychlostním testu: kvůli malým odchylkám ve sklonu laktátové křivky, pravděpodobnost špatného určení rychlosti pro určitou hodnotu laktátu (err) a obráceně se stává tím větší čím je hodnota laktátu vzdálenější naměřené koncentraci (b) a (c). Je proto důležité limitovat interpretaci vztahu laktát – rychlost v rozmezí laktátové koncentrace +/- 4 mmol/l ale více než 2,5 mmol/l laktátu.*

### **Jedno – rychlostní test = transformovaný dvou – rychlostní test**

Blood lactate = krevní laktát, Swimming speed = plavecká rychlost

Lactate curve = laktátová křivka

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

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

- Velmi dobrý odraz plavcovy aerobní výkonnosti a následně 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.
- údaje o plavcově anaerobní kapacitě v hlavním způsobu

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

<b>Testovací protokol používající jedno-rychlostní test</b>		
<b>Hlavní způsob</b>	<b>Vytrvalostní test submaximální – aerobní</b>	<b>Maximální test anaerobní</b>



<b>Kraul</b>		400 kraul		100 kraul
<b>Delfin</b>		400 kraul		100 delfin
	nebo *	400 kraul	200 delfin	100 delfin
<b>Znak</b>		400 kraul		200 znak
	nebo	400 kraul	200 znak	100 znak
<b>Prsa</b>		400 kraul		200 prsa
	nebo	400 kraul	200 prsa	100 prsa

\* pouze pro špičkové delfináře

Pro kralery 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 nebo delfinem. Prsaři, znakaři a špičkový delfináři by měli být teoreticky testováni na 400 metrů kraul plavaný submaximální rychlostí a následně by měli absolvovat submaximálních 400metrů 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 pro plavcův hlavní způsob.

Jestliže se plavcův výkonnostní způsob zlepší a je možné investovat do laktátových testů více peněz, můžeme přidat jedno-rychlostní test submaximálních 200 metrů hlavním způsobem a vložit ho mezi submaximální 400 metrů kraul a maximální úsek hlavním způsobem. Maximální úsek je potom o délce 100 metrů. Tato variace testu je vhodná pro prsaře, znakaře a delfináře.

Polohovkáři jsou testováni na 400 metrů kraul submaximálním úsilím a maximální 200 metrů PZ. Maximální úsek může být někdy pozměněn vzhledem k cílům následujícího tréninkového období. Jestliže je například v následujícím tréninkovém období nutné zlepšit prsový úsek, maximální 200PZ je nahrazená 200P, nebo je mezi 400K a maximální 200PZ vložen jedno-rychlostní test na 200 P submaximálním úsilím.