

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu



**VYUŽITÍ VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY V OH CYKLU 2004-2008
(NA PŘÍKLADU VESLOVÁNÍ)**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Jiří Suchý, Ph.D.

Zpracovala:

Miroslava Knapková

PRAHA, DUBEN 2010

Abstrakt

Název diplomové práce:

Využití vyšší nadmořské výšky v OH cyklu 2004-2008 (na příkladu veslování)

Cíle práce:

Dílčím cílem této práce je shrnout vybrané publikované informace k problematice tréninku ve vyšší nadmořské výšce a její využití ve veslování. Hlavním cílem pak prakticky ověřit teorie využití tréninku ve vyšší nadmořské výšce na příkladu veslování za pomoci vyhodnocení biochemické analýzy. Dalším dílčím cílem bude zjistit, zda trénink ve vyšší nadmořské výšce může pozitivně ovlivnit výkonnost veslaře v OH cyklu 2004-2008.

Metodika práce:

Na základě teoretických znalostí získaných z nastudované literatury k dané problematice jsme plánovali tréninkové kempy ve vyšší nadmořské výšce ve čtyřletém olympijském cyklu. Podle daných úkolů a cílů jednotlivých období v RTC jsme volili vhodnost využití tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce.

Během tréninkových pobytů ve vyšší nadmořské výšce jsme za pomoci biochemických analýz ověřovali využití tréninku ve vyšší nadmořské výšce v praxi.

Výsledky práce:

Výsledky sledování vnitřního prostředí a krevního obrazu za pomoci biochemie ukázali, že výška je limitující pro trénink. Přesto však může mít trénink ve vyšší nadmořské výšce pozitivní vliv na závodní výkonnost v nížině, jelikož adaptační změny se projevují v komplexní odezvě organismu na hypoxii a jsou patrné i při návratu do nížin.

Klíčová slova:

Aklimatizace, adaptace, hypoxie, nadmořská výška, vysokohorské prostředí, vysokohorský trénink

Abstract

Title:

The use of altitude training in Olympic cycle 2004-2008 (in the example of rowing)

Aim:

The operational objective of this work is to provide a summary of selected published information on the issue of altitude training, and its use in rowing. The main aim of this work will be the practical verification of the theory of recovery training at higher altitude, focusing on the example of rowing through the evaluation of biochemical analysis. Another aim will be to determine whether training at higher altitude might have positively affected the performance of rowers in the Olympic cycle 2004-2008.

Methodology of work:

Based on the knowledge gained from a literature review on the matter we are planning to organize training camps at altitude in the four-year Olympic cycle. According to those tasks and objectives each year in the annual cycle, we chose the suitability of training camp at altitude.

During the training camp at altitude as we are use biochemical analysis to test the use of training at altitude in practice.

The results:

The results of monitoring the internal environment and the hematology using biochemical analysis showed that altitude is limiting for training. Nevertheless, altitude training can be used as a means of improving athletic performance at sea level, because adaptive changes are reflected in the comprehensive response of the organism to hypoxia and are evident even when returning to sea level.

Keywords:

Acclimatization, adaptation, hypoxia, altitude, altitude training

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla veškeré literární prameny, které byly během této práce použity. Zároveň souhlasím se zveřejnění této práce jak v tištěné, tak v elektronické podobě.

V Praze dne 14.4.2010

Miroslava Knapková

Touto cestou bych chtěl poděkovat PhDr. Jiřímu Suchému, Ph.D. za odborné vedení práce, za praktické rady a za možnost využít jeho zkušenosti v této problematice. Dále bych ráda poděkovala PhDr. Emilu Bolkovi, CSc. za podporu při tvorbě diplomové práce a za mnoho podnětných informací týkajících se zvolené problematiky. Bez spolupráce výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení: Poznámka:

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1. TRÉNINK VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	11
2.1.1. HISTORIE	11
2.1.2. NADMOŘSKÁ VÝŠKA	12
2.1.3. FYZIKÁLNÍ ASPEKTY	12
2.1.4. HYPOXIE	13
2.1.5. HYPOXICKÝ TRÉNINK	13
2.2. FYZIOLOGICKÉ ASPEKTY TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	14
2.2.1. SPOTŘEBA KYSLÍKU	15
2.2.2. KREVŇÍ OBRAZ	15
2.2.3. HORMONY	18
2.2.4. VAZBA A TRANSPORT KYSLÍKU	20
2.2.5. KOSTERNÍ SVAL	23
2.3 REAKCE ORGANISMU NA TRÉNINK VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	25
2.3.1 DÝCHACÍ SYSTÉM	26
2.3.2 OBĚHOVÝ SYSTÉM	27
2.4 PRAKTICKÉ ASPEKTY TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	30
2.4.1 PLÁNOVÁNÍ TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	31
2.4.2 ZÁSADY TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	33
2.4.3 TRÉNINK PO NÁVRATU DO NÍŽINY	34
2.4.4 RIZIKOVÉ MOMENTY	36
2.5 PLÁNOVÁNÍ TRÉNINKU VE VESLOVÁNÍ	38
2.5.1 CHARAKTERISTIKA VESLOVÁNÍ	38
2.5.2 ZASTOUPENÍ ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ U VESLOVÁNÍ	38
2.5.3 STRUKTURA VESLAŘSKÉHO VÝKONU	41
2.5.4 TESTOVÁNÍ TRÉNOVANOSTI	42
2.6 ROČNÍ TRÉNINKOVÝ CYKLUS VE VESLOVÁNÍ	44
2.6.1 VYSOKOHORSKÉ KEMPY V RTC VE VESLOVÁNÍ	48
2.6.2 SLEDOVÁNÍ FYZIOLOGICKÝCH PARAMETRŮ PŘI TRÉNINKOVÉM KEMPU VE VÝŠCE	49
3. VÝZKUMNÁ ČÁST	52
3.1 CÍLE PRÁCE	52
3.2 ÚKOLY	52
3.3 METODY	53
4. METODOLOGIE	54
4.1 METODIKA VÝZKUMU	54
4.2 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	55
4.3 METODIKA SBĚRU, ANALÝZA A VYHODNOCENÍ DAT	55
4.4 POPIS OH CYKLU S PŘIHLÉDNUTÍM K TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE	56

5. PRAKTICKÁ ČÁST	58
5.1 OBDOBÍ 2004 – 2005	58
5.1.1 KALENDÁŘNÍ PLÁN AKCÍ	58
5.1.2 TRÉNINKOVÉ UKAZATELE	60
5.1.3 VYSOKOHORSKÁ PŘÍPRAVA	61
5.1.4 KONTROLA AKTUÁLNÍHO STAVU	61
5.2 OBDOBÍ 2005 – 2006	63
5.2.1 KALENDÁŘNÍ PLÁN AKCÍ	63
5.2.2 TRÉNINKOVÉ UKAZATELE	65
5.2.3 VYSOKOHORSKÁ PŘÍPRAVA	68
5.2.4 KONTROLA AKTUÁLNÍHO STAVU	69
5.3. OBDOBÍ 2006 – 2007	72
5.3.1 KALENDÁŘNÍ PLÁN AKCÍ NA TRÉNINKOVÝ ROK 2006/2007	72
5.3.2 TRÉNINKOVÉ UKAZATELE	74
5.3.3 VYSOKOHORSKÁ PŘÍPRAVA	75
5.3.4 KONTROLA AKTUÁLNÍHO STAVU	77
5.4 OBDOBÍ 2007 – 2008	80
5.4.1 KALENDÁŘNÍ PLÁN AKCÍ	80
5.4.2 TRÉNINKOVÉ UKAZATELE	82
5.4.3 VYSOKOHORSKÁ PŘÍPRAVA	83
5.4.4 KONTROLA AKTUÁLNÍHO STAVU	84
6. DISKUSE	86
7. ZÁVĚR	90
8. SOUPIS POUŽITÝCH BIBLIOGRAFICKÝCH ZDROJŮ	93
8.1 SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY	93
8.2 POUŽITÉ INTERNETOVÉ ZDROJE	97
9. PŘÍLOHOVÁ ČÁST	98
9.1 SEZNAM PŘÍLOH	98
9.2 SEZNAM ZKRATEK	101

1. ÚVOD

Uspěch ve vrcholovém sportu znamená mít velký talent, dispozice pro daný sport, ale také dlouhodobou přípravu často již od útlého dětství. Zdokonalují se tréninkové metody, tak aby trénink byl co možná nejefektivnější.

Hledají se neustále nové tréninkové podněty pro zvýšení výkonnosti. Trénink ve vyšší nadmořské výšce je jedním z nich. Jedná se o tréninkový prostředek, kdy je tělo vystaveno hypoxickému prostředí. Při nedostatku kyslíku je v organismu spuštěna řada fyziologických funkcí a sportovní trénink těchto změn využívá pro zvýšení výkonnosti ať už ve smyslu vyladění před soutěží nebo jen pro zvýšení kondice a vytrvalostních schopností.

Někteří trenéři přípravu ve vyšší nadmořské výšce do tréninkového procesu začleňují jiní nikoliv. Existují totiž značné rozdíly mezi tím, jak sportovci individuálně reagují na trénink ve vyšší nadmořské výšce. Někteří přivázejí medaile, když se vrátí do nížiny, zatímco druzí se vracejí unavení nebo nemocní.

Existují určité zákonitosti, co se týče aklimatizace a působení nadmořské výšky na organismus člověka, ale snaha po zobecnění a objektivizaci naopak potvrzuje individuální reakci na tento druh podnětu. Do tréninku bychom měli proto zařazovat vysokohorské pobyty systematicky a dlouhodobě, abychom mohli lépe určit úroveň adaptačních podnětů jako je objem a intenzita a optimální dobu působení hypoxického podnětu.

Sledovaná veslařka světové úrovně měla s využíváním tréninku ve vyšší nadmořské výšce pozitivní zkušenosti již před OH v Aténách a tak se rozhodla dále zabývat touto problematikou a zařazovat pravidelně pobyty ve vyšší nadmořské výšce i do OH cyklu 2004-2008.

V dnešní době se vysokohorská příprava stává nedílnou součástí vrcholových sportovců. Vysokohorskou přípravu používají jak sporty, které mají závody ve vyšší nadmořské výšce, tak i sporty, ve kterých se závodí v nížinách. Tato práce se bude zabývat použitím vysokohorské přípravy pro sport, kde se závody konají v nížině a cílem vysokohorské přípravy je zvýšení výkonnosti.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. TRÉNINK VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE

2.1.1. Historie

Problematika pobytu ve vyšší nadmořské výšce byla zaznamenána již 400 let př. n. l., ale byla zaměřena na chladné podmínky v těchto oblastech než na zkoumání omezení pobytu člověka z důvodu sníženému tlaku. Bližší porozumění ohledně sníženého atmosférického tlaku (Pb) a PO₂ ve vyšší nadmořské výšce vděčíme třem vědcům z 15. až 16. století.

V roce 1644 Toricelli vynalezl rtuťový barometr, který umí přesně změřit atmosférický tlak. V roce 1648 Pascal dokázal snížení barometrického tlaku ve vyšší nadmořské výšce. V roce 1777 Lavoiser popsal kyslík a jiné plyny, které jsou součástí atmosférického tlaku. Další člověk, který přispěl k pochopení cvičení ve vyšší nadmořské výšce byl John Sutton. Prováděl laboratorní testy v hypobaritické komoře (U.S. Army institute of Environmental Medicine – Oparation Everest II) (Wilmore a kol., 2008).

Dnešní zájem o trénink ve vyšší nadmořské výšce a jeho efekt na sportovní výkon je od OH v Mexiku, které se konaly v nadmořské výšce 2300 m. Podle Wilbera (2004) mnoho trenérů, sportovních fyziologů, vědců a výzkumníků předpokládalo již před OH, že klimatické podmínky v této nadmořské výšce budou především vyhovovat sprinterům a skokanům. Zatímco vyšší nadmořská výška bude mít negativní efekt na výkony vytrvalostních disciplín. Což se také potvrdilo.

Světové rekordy na OH v Mexiku byly překonány v 8 rychlostních disciplínách (100m, 200m 400m, 4x100m, 400m př., trojskok a skok daleký). Naproti tomu ve vytrvalostních disciplínách žádný rekord překonán nebyl. 5000 m se běželo pomaleji o 1 min., než je světový rekord a 10 km o 2 min., než je světový rekord.

Byla však zaznamenána velká úspěšnost vytrvalostních běžců, kteří pocházeli z „altitude-base country“ jako je Keňa a Etiopie. Tito sportovci získali velké procento medailí na střední a dlouhé tratě (Keňané získali 39% medailí). Z toho vyplývá, že pro úspěch ve vytrvalostních disciplínách je výhodné pocházet ze zemí vysoko položených

jako je Keňa nebo Etiopie. Nebo absolvovat trénink ve vyšší nadmořské výšce. Po OH v Mexiku se začalo všeobecně efektem vysokohorského tréninku na trénovanost více zabývat. Především se mnohé studie soustředily na vliv vysokohorského tréninku na výkonnost na úrovni moře.

2.1.2. Nadmořská výška

Obecně platí, že k tomu, aby došlo k nějakým změnám, musí být překročena výška 1300 m. Jako vysokohorské prostředí je chápána výška od 1800 m, kdy všechny reakce organismu jsou samozřejmě zřetelnější. Nejvhodnější výška pro trénink a maximální adaptační efekt je 2200 až 2400 m. Výška nad 3000 m má v organismu nejrychlejší a největší adaptační efekt, akorát je ve sportovní přípravě problém v tom, že v těchto výškách je obtížně intenzivněji pracovat.

Vysokohorskou přípravu můžeme podle Dovalila (1999) rozdělit do třech oblastí podle nadmořské výšky:

- Do 800 m = nízká nadmořská výška
- 800 – 1500 m = střední nadmořská výška
- 1500 – 3000 m = vyšší nadmořská výška
- Nad 3000 m – vysoká nadmořská výška
- Nad 5800 m – extrémní nadmořská výška

Někteří autoři ze sportovní oblasti využívají pro termín trénink ve vyšší nadmořské výšce synonymum vysokohorský trénink.

2.1.3. Fyzikální aspekty

Se změnou nadmořské výšky dochází k poklesu barometrického tlaku, teploty vzduchu a vzdušné vlhkosti. Stejně jako klesá barometrický tlak, snižuje se i tlak jednotlivých plynů. Na úrovni moře je barometrický tlak okolo 760 mmHg a parciální tlak O₂ okolo 160 mmHg. V nadmořské výšce 3000 m je tlak vzduchu okolo 500 mmHg a tlak kyslíku asi 100 mmHg, což představuje pokles téměř o 40%.

Se stoupající nadmořskou výškou klesá barometrický tlak, asi o 12% na 1000m, progresivně klesá i parciální tlak kyslíku. Klesá také teplota a to asi o 1°C na každých 150m. Vrstva atmosférického tlaku je tenčí a absorbuje méně slunečního záření a tak se

ultrafialové záření zvyšuje o 20 – 30 % na 1000m výšky. Tyto vlivy pak vyvolávají aktuální reakci lidského organismu a po určité době i trvalejší adaptační změny.

Složení vzduchu, který dýcháme je stejné, na nadmořské výšce nezáleží. Vzduch se skládá ze 79,04% dusíku (N_2), 20,93% kyslíku (O_2) a 0,03%oxidu uhličitého (CO_2). Tyto procenta zůstávají stejné nehledě na nadmořskou výšku. Mění se jen parciální tlak. V nížině je atmosférický tlak 760mmHg. Tudíž parciální tlak dusíku je 600,7mmHg (pN_2) – 79,04% z 760mmHg. Parciální tlak kyslíku (pO_2) je 159mmHg – 20,03% z 760mmHg. Parciální tlak oxidu uhličitého (pCO_2) je 0,2mmHg

2.1.4. Hypoxie

Hypoxie znamená nedostatek kyslíku ve tkáních. Tradičně je hypoxie dělena do čtyř typů. Dělení tkáňové hypoxie podle Silbernagla a Despopoulosa (2004) jsou:

1. **hypoxická hypoxie** (anoxická hypoxie), při níž je snížen obsah O_2 v krvi, např. při pobytu ve vyšších nadmořských výškách, při snížené alveolární ventilaci anebo poruchách výměny plynů v alveolech
2. **anemická hypoxie**, kdy je arteriální PO_2 normální, ale množství hemoglobinu schopného transportovat O_2 sníženo, např. při anémii z nedostatku železa
3. **ischemická hypoxie**, která vzniká při nedostatečném prokrvení. Příčiny mohou být systémové (např.selhání srdce) nebo lokální (např. embolický uzávěr tepny)
4. **cytotoxická hypoxie**, při níž je do tkáně dodáván dostatek O_2 , jeho využití je však znemožněno toxiny

2.1.5. Hypoxický trénink

K navození stavu hypoxie, tzn. snížení parciálního tlaku O_2 ve vdechovaném vzduchu se mohou používat různé alternativy. Jsou to jednak samotné pobyty a trénink ve vyšších nadmořských výškách, dále vytváření umělého hypoxického prostředí pomocí přístrojů, tlakové barokomory a kombinace uvedených alternativ. Působení všech uvedených způsobů je v principu podobné. Liší se však v možnostech provádět vlastní pohybovou činnost, dále pak v časových, ekonomických, organizačních nárocích a v psychickém působení přírodního nebo umělého prostředí (Dovalil a kol., 1999).

Klasický model hypoxického tréninku

- Pobyty ve vyšší nadmořské výšce → vysokohorské soustředění
- Žít nahoře, trénovat dole

Umělé hypoxického prostředí

Vysokohorská soustředění jsou finančně i časově náročná a proto vědci vymysleli umělé vysokohorské prostředí, které simuluje hypoxické podmínky podobné pobytům ve vyšší nadmořské výšce.

Společnost HYPOXICO Inc ze Spojených států vyvinula již v roce 1995 soubor zařízení a pomůcek, díky kterým lze pobyt ve vysokohorském prostředí simulovat v podstatě kdekoli a kdykoli, a které umožňují nárůst hladiny hormonu EPO v těle přirozenou cestou – vlastní produkcí!

Využití speciálních přístrojů:

- Hypoxic Altitude Tent System
 - Deluxe Tent - Velký stan
 - Portable Bed Tent – Přenosný stan
 - At-Home Cubicle – Mobilní ložnice
 - Universal Mask Circuit – Univerzální dýchací vaky
 - Altitude Trainer – Vysokohorský tréninkový simulátor
- Altitude Chamber – Hypoxická tréninková místnost

Mezi sportovci i laickou veřejností jsou tyto systémy známy a označovány jako "kyslíkové stany", i když ve skutečnosti se paradoxně jedná spíše o "bezokyslíkové" prostředí, resp. prostředí se sníženým obsahem kyslíku. (www.hypoxico.cz)

2.2. FYZIOLOGICKÉ ASPEKTY TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE

Během vysokohorského tréninku je organismus vystavený hypoxickému prostředí. Při nedostatku kyslíku v těle je spuštěna řada fyziologických funkcí jako odpověď na hypoxické prostředí. Řada systémů v organismu (oběhový, dýchací, endokrinní, kosterní svaly) odpovídá na tento deficit a snaží se poskytnout dostatek kyslíků organismu. Největší odpověď na hypoxické prostředí probíhá v transportních

systemech (oběhový a dýchací), které přenášejí kyslík k buňkám. Jelikož tyto systémy hrají velkou roli i ve sportovním tréninku, mohou tyto fyziologické odpovědi organismu zvyšovat sportovní výkonnost, hlavně ve vytrvalostních disciplínách.

2.2.1. Spotřeba kyslíku

Všeobecně je známo, že schopnost využít kyslík na energii je důležitý fyziologický faktor pro úspěch ve vytrvalostních disciplínách. Tento fyziologický faktor je znám jako VO_2 , což je spotřeba kyslíku za minutu. Označuje výkonnost celého transportního systému organismu pro kyslík, tzn. schopnost dýchacího a oběhového systému zásobit pracující svaly kyslíkem. VO_2 je objem kyslíku, který je člověk schopen zpracovat k tvorbě aerobní energie.

Během maximální zátěže je spotřeba kyslíku vyjádřena jako VO_{2max} . a může mít hodnoty pro trénované muže 75 až 85 ml/kg a pro trénované ženy 65 až 75 ml/kg. V porovnání oproti netrénovaným mužům je to 45 až 50 ml/kg a netrénovaným ženám 35 až 40 ml/kg. Je důležité pochopit, že spotřeba kyslíku je výsledkem vzájemné interakce periferních a centrálních fyziologických faktorů. Centrální faktor ovlivňuje rychlost dodávky kyslíku ze srdce do pracujících svalů skrz krev, zatímco periferní faktor kontroluje rychlost vyplavení kyslíku z krve do pracujících svalů (Wilber, 2004).

2.2.2. Krevní obraz

Jak již bylo uvedeno, rozhodujícím faktorem, pro úspěch ve vytrvalostních disciplínách je transport kyslíku k pracujícím svalům (buňkám). Ať už ve vyšších nadmořských výškách nebo v nížině. Transport kyslíku zajišťují červené krvinky pomocí hemoglobinu.

Erytrocyty

Předpokladem pro dostatečnou dodávku kyslíku tkáním je dostatečný počet červenýchrvinek, které kyslík transportují. Podle Trojana a kol. (1994) muži mají $4,3 - 5,3 \cdot 10^{12}$ erytrocytů/l krve a ženy $3,8 - 4,8 \cdot 10^{12}$ erytrocytů/l krve. Velkým podnětem pro zvýšení počtu červenýchrvinek je pokles pO_2 v arteriální krvi. Proto jich přibývá při pobytu ve vyšší nadmořské výšce. Podle Bolka (2008) maximální retikulocytóza probíhá po 8-10 dnech a zvyšování počtu erytrocytů pokračuje až 6 týdnů.

Nejdůležitějšími stavebními látkami pro tvorbu červených krvinek jsou substráty pro syntézu Hb, především aminokyseliny a železo. Dále také mají význam vitamíny:

- **B12** - důležitý pro konečné zrání červených krvinek
- **Kyselina listová** – stejně jako B12 se účastní biochemických reakcí při buněčném dělení a diferenciaci.
- **B6** - důležitý pro syntézu hemu
- **B2** – uplatňuje se pro normální funkci a přežití erytrocytů
- **C** – význam pro metabolismus železa, jeho nedostatek vede k poklesu sérového feritinu.

Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin je červené krevní barvivo a je nejdůležitější složkou erytrocytů. Má schopnost vázat a uvolňovat kyslík, účastní se transportu oxidu uhličitého a uplatňuje se jako nárazníkový systém krve. Jeho primární funkce je tedy transport kyslíku z plic do tkání. Hemoglobin může transportovat $1.34 \text{ ml kyslíku/gHb}^{-1}$

Průměrné hodnoty jsou:

- Ženy 120 – 158 g/l (tj. průměrně 139 g/l)
- Muži 135 – 170 g/l (tj. průměrně 152 g/l)

Hematokrit (Hct)

Hematokrit je poměr mezi objemem červených krvinek a celkovým objemem krve. Vyjadřuje se v procentech. Průměrné hodnoty jsou:

- Ženy $39 \pm 4 \%$
- Muži $44 \pm 50\%$ (Trojan, 1994)

Podle Janssen (2001) hematokrit (Hct) může pod vlivem stresu mít širokou variaci. Během stresu ze závodů, plasma může klesnout a Hct stoupnout. U stejné osoby lze zaznamenat osobní variace 10-12% během 2dnů. Tedy jeden den 48% a druhý den 44%.

Dále Janssen (2001) zmiňuje faktory, které mohou ovlivňovat hodnotu Hct.

Zvýšení Hct:

- Ztráta tekutin (pocení, průjem)
- Hormonální regulace

- Vyšší nadmořská výška
- Uměle podané EPO
- Různé nemoci
- Alkohol
- Stres
- Léky (diuretika)
- Fyzické cvičení

Pokles Hct:

- Příjem tekutin
- Hormonální regulace
- Anémie
- Léky (minrin)
- Infúze s náhradní plasmou
- Infúze s roztokem sodíku

Erythropoetin (EPO)

Erythropoetin je hormon glykoproteinové povahy a tvoří se z 90% v ledvinách a z 10% v játrech. Primárním stimulem pro produkci erythropoetinu je tkáňová hypoxie. Receptorová tkáň (v ledvinách) je citlivá na nedostatek kyslíku a reaguje na hypoxické situace, což vede ke stimulaci erythropoetinu. Jeho účinkem je zvýšení počtu červených krvinek a hemoglobinu a tím pádem i vazebná kapacita krve pro kyslík a dodávka kyslíku tkáním stoupne.

Zvednutí koncentrace erythropoetinu stimuluje tvorbu červených krvinek, které se vytvářejí v kostní dřeni.

Tvorba erythropoetinu probíhá podle Stehlíka nebo Bolka (2008) již od 1 hodiny po vystavení hypoxii, vzestup EPA lze měřit již za 3 hodiny po přesunu do vyšší nadmořské výšky a maximální produkce je mezi 10-30 hodinou.

Shrnutí: vystavení vysokohorskému prostředí → pokles P_{iO_2} a P_aO_2 → snížení P_aO_2 v ledvinách stimuluje tvorbu EPA, což vede ke zvýšení červených krvinek a hemoglobinu. Tyto hematologické změny mohou značně zlepšit sportovci VO_2 díky zlepšení kapacity krve přenášet kyslík k pracujícím svalům. Tyto změny (v počtu červených krvinek, koncentrace Hb a VO_{2max} .) mohou zvýšit aerobní výkon.

2.2.3. Hormony

Pobyt ve vyšších nadmořských výškách vyvolává nejen zvýšenou produkci erythropoetinu, ale řadu dalších hormonů, které ovlivňují tréninkové reakce při pobytu ve výšce i po návratu.

Problémy jsou však s jejich interpretací. Jejich kolísání v průběhu dne ovlivňuje možnosti odběrů, neboť čas odběru vzorku musí být synchronizován s časem vyplavení hormonu do krve.

U katecholaminů, hormonů dřeně nadledvin, lze obecně největší reakci zaznamenat v prvních sekundách zatížení. Je známo, že v průběhu krátkodobé intenzivní zátěže je reakce sympatoadrenální soustavy nejvyšší. Všeobecně se udává, že hladina adrenalinu se zvyšuje až 6-7 krát a hladina noradrenalinu asi 4 krát. Průběh obou křivek je podobný včetně uklidnění (znormalizování).

Pokud se jedná o vyloženě aerobní cvičení, lze sledovat určitý vztah hladiny katecholaminů k tomuto typu zátěže ve smyslu postupného mírného narůstání hladin obou katecholaminů. Podobná je reakce u silových cvičení. V akutní hypoxii se zvyšuje hladina noradrenalinu. V hyperbarických poměrech anebo při vdechování vzduchu s příměsí kyslíku je hladina katecholaminů v krvi podstatně nižší, než při absolvování stejného cvičení v normoxii (Wilmore a kol., 2008).

Nejaktivnějším glukokortikoidním hormonem je kortizol. Představuje 95% z celkové sekrece glukokortikoidů. Kortikosteron již jen zbývající 5%. Kortizol má široké sféru své činnosti (vlivu). Ovlivňuje kontrolu několika metabolických cest. Stejně jako katecholaminy je nazýván adaptačním (stresovým) hormonem. Jeho hladina se prudce zvyšuje v různých stresových situacích (vliv prostředí, emocionální stres, trauma, infekce, intoxikace a prakticky všechny vysilující situace). Systém je rychle aktivován již při zahájení fyzické aktivity. Především kortizol má velký katabolický dosah. Při vytrvalostním zatížení do úrovně ANP hladina zvolna stoupá po celou dobu zatížení. V hypoxických podmínkách dochází k aktivaci, která je reakcí na pobyt v hypoxii. V závislosti na cvičení pak dochází ke zvýšení celkové reakce, produkce je sumací efektu výšky a tréninkového zatížení (dochází ke zvýšené glukokortikoidní reakci) (Wilber, 2004).

Velmi významná v metabolismu při cvičení a po cvičení v regenerační fázi je role insulinu a glukagonu. Hlavní funkce insulinu je v oblasti řízení použití a

uchovávání zásob energie. V podmínkách zvýšeného využívání energetických zdrojů, což je při cvičení vždy, je sekrece inzulínu potlačena. Inzulín hraje podstatnou roli v kontrole a regulaci metabolických procesů během tréninkové zátěže. Při tréninku je nejdůležitějším metabolickým efektem inzulínu udržení euglykemie (normální hladiny krevní glukózy), regulace vyplavování jaterní glukózy, regulace lipolýsy v tukové tkáni. Snížená krevní hladina inzulínu je důležitým determinantem pro zahájení lipolýsy při vytrvalostní zátěži. Dochází k vyplavení volných mastných kyselin do krve. Hypoinsulemie vytváří v takovém případě ochranný faktor pro udržení minimálních zásob glukózy pro nervové buňky. Pobyt ve vyšších nadmořských výškách je spojen se zvýšenou inzulínovou reakcí. Trénink v hypoxii pak zvyšuje inzulínovou reakci na zátěž a hladina inzulínu stoupá (Houston, 2006).

Hlavní funkcí růstového hormonu (somatotropinu) je ovlivňování růstu téměř všech tkání v těle, které jsou schopny růstu. Podporuje zvětšování buněk, rozšiřuje oblast dělení buněk a tím i roste počet buněk, a specificky působí na buňky kostí a mladé svalové buňky. Průběh hladiny růstového hormonu po vytrvalostních zátěžích v délce trvání kolem jedné až dvou hodin je poměrně stabilní a konstantní. Působení růstového hormonu v organismu je podstatnější v odpočinkové – regenerační fázi, kdy podporuje proteinovou syntézu a zvyšuje rychlost doplňování glykogenových depot. Rozšířený transport aminokyselin do buněk je podstatný však nejen při regenerační fázi, ale i při fázi zatížení. Ve vyšších nadmořských výškách je hladina růstového hormonu zvýšena. Při tréninku v hypoxii je poměrně velká odezva a dochází k výraznému zvýšení hladiny.

Testosteron ovlivňuje především celkovou metabolickou rovnováhu. Hlavní a rozhodující funkcí testosteronu je zvýšení rychlosti syntézy proteinů v cílových buňkách. Tento proces se liší u svalových buněk a kostních buněk a buněk ostatních tkání, kde působení testosteronu musí být zprostředkováno konverzí na dihydrotestosteron. Názory na přímý vliv cvičení na tvorbu a hladinu testosteronu nejsou jednotné. Při pobytu ve vyšších nadmořských výškách je hladina testosteronu zvýšena. Významné je zjištění, že zvýšená hladina přetrvává v reaklimatizační fázi. To pozitivně ovlivňuje jednorázovou výkonnost a silovou přípravu po návratu z vyšších nadmořských výšek (Stehlík, 2007).

2.2.4. Vazba a transport kyslíku

System dodávající kyslík do těla se skládá z plic a kardiovaskulární soustavy. Dodávka O₂ do příslušné tkáně závisí na množství O₂, který se dostal do plic, na přiměřenosti výměny plynů v plicích, na průtoku krve příslušnou tkání a na kapacitě krve přenášet kyslík. Průtok krve závisí na stupni konstriktce cévního řečiště ve tkáni a na srdečním výdeji. Množství O₂ v krvi je určeno množstvím rozpuštěného O₂, množstvím hemoglobinu v krvi a afinitou hemoglobinu ke kyslíku (Ganong, 1999).

Vazba a transport O₂ krví

Jak již bylo řečeno, hemoglobin (Hb) je červené krevní barvivo a je obzvláště vhodný přenašeč kyslíku, ale transportuje i CO₂ a navíc je důležitým krevním pufrem.

Silbernagl a Despopoulos (2004) uvádí, že hemoglobin je protein tvořený 4 podjednotkami, z nichž každá obsahuje jeden hem. U zdravého dospělého člověka obsahuje hemoglobin dva řetězce α a dva β . Hem je komplex porfyrinu a jednoho atomu dvojmocného železa. Každý ze 4 atomů železa reverzibilně váže pouze jednu molekulu O₂. Železo přitom zůstává dvojmocné a reakce je tedy oxygenací (nikoliv oxidací). Molekula hemoglobinu však obsahuje čtyři jednotky Hb, a skutečně reaguje se 4 molekulami O₂, čímž vzniká Hb₄O₈. Jde o velmi rychlou reakci, která netrvá déle než 0,01 s.

Saturace O₂

Podle Fibingera a Nováka (1986) důležitou roli v transportu kyslíku z plic do tkání hraje dále procentuální saturace hemoglobinu kyslíkem (%SO₂). Vyjadřuje poměr mezi množstvím O₂ v dané chvíli vázaným na hemoglobin ke kyslíkové kapacitě hemoglobinu;

$$\% \text{SO}_2 = \text{vázaný na Hb} / \text{O}_2 \text{ kapacita Hb} \times 100$$

Význam používání % SO₂ je důležitý v tom, že bereme v úvahu individuální rozdíly v koncentraci hemoglobinu (např. mezi muži a ženami) při zátěžové hemokoncentraci nebo při aklimatizaci ve vyšší nadmořské výšce apod. Saturace hemoglobinem kyslíkem je ovlivněna čtyřmi faktory:

- Parciálním tlakem kyslíku
- Teplotou krve

- pH (kyselost) krve
- množství oxidu uhličitého v krvi

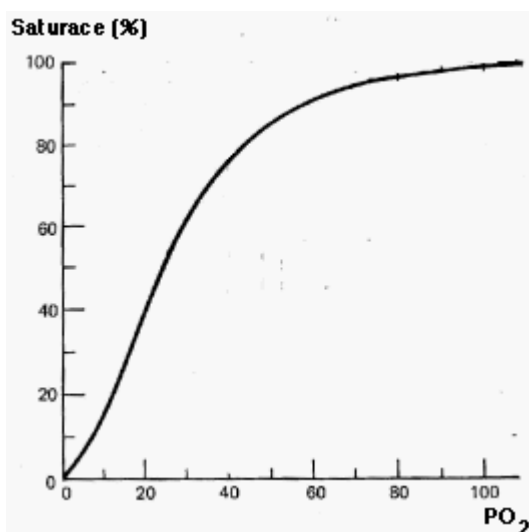
Nejdůležitější z těchto faktorů je parciální tlak kyslíku, ale i ostatní však mohou významně saturaci hemoglobinu kyslíkem ovlivnit, zvláště při různých pohybových aktivitách.

Disociační křivka hemoglobinu

Disociační křivka hemoglobinu vyjadřuje vztah parciálního tlaku kyslíku a saturace kyslíkem. Má sigmoideální tvar kvůli efektu samotného kyslíku na afinitu Hb pro kyslík.

Podle Trojana (1994), při pobytu ve vysokých nadmořských výškách, nebo při některých plicních onemocněních, klesá pO_2 v alveolárním vzduchu. Klesne-li parciální tlak kyslíku z normálních 100 na 60 mm Hg, klesne celkové množství kyslíku navázaného na Hb o 10%. Plató v horní části saturační křivky Hb tvoří významný bezpečnostní faktor pro zajištění dodávky kyslíku pro tkáň. Snížení afinity Hb pro O_2 (při nízkém sycení hemoglobinu kyslíkem) usnadňuje uvolnění kyslíku z hemoglobinu v periferních kapilárách. Na konci periferních kapilár obsahuje Hb za klidových podmínek v průměru ještě 75% navázaného kyslíku. Stoupne-li tak spotřeba kyslíku ve tkáních, může se s klesající afinitou z Hb uvolnit zbylý kyslík.

Obr.1: Disociační křivka hemoglobinu (Ganong, 1999)



Faktory ovlivňující afinitu hemoglobinu ke kyslíku

Podle Ganonga (1999) disociační křivku hemoglobinu ovlivňují tři důležité podmínky:

- **1.pH**
- **2.teplota**
- **3.koncentrace 2,3-difosfoglycerátu (DPG; 2,3-DPG).**

Zvýšení teploty nebo pokles pH posunují křivku doprava. Když se křivka posune tímto směrem, znamená to, že k navázání stejného množství kyslíku je zapotřebí vyšší PO₂.

Naopak pokles teploty a zvýšení pH posunuje křivku doleva a tedy pro navázání daného množství O₂ je zapotřebí nižší PO₂. Užitečným indexem těchto posunů je P₅₀, což je PO₂, při kterém je hemoglobin saturován právě z poloviny. Čím je P₅₀ vyšší, tím menší je afinita hemoglobinu k O₂. Snížení afinity hemoglobinu k O₂ při poklesu pH se nazývá Bohrův efekt. Ten je v úzkém vztahu ke skutečnosti, že deoxyhemoglobin (deoxyhemoglobin) váže H⁺ účinněji než oxyhemoglobin. Když se obsah CO₂ v krvi zvyšuje, pH klesá. Tedy při zvýšení PCO₂ se křivka posunuje doprava a zvyšuje se P₅₀. Většina hemoglobinu je ve tkáních desaturována v důsledku poklesu PO₂, ale dalších 1–2 % desaturace lze přičíst na vrub zvýšení PCO₂ a následnému posunu disociační křivky doprava. Červené krvinky obsahují hojně 2,3-DPG. Ten se vytváří z 3-fosfoglyceraldehydu, produktu glykolýzy Embdenovou-Meyerhofovou cestou. Jedná se o vysoce nabitý anion, který se váže na β-řetězce deoxyhemoglobinu. Jeden mol deoxyhemoglobinu váže jeden mol 2,3-DPG. Tak vzniká V této rovnici zvýšení koncentrace 2,3-DPG posunuje reakci doprava, a tak působí větší uvolnění O₂. V menším rozsahu se na deoxyhemoglobin váže i ATP. Velmi málo se vážou i jiné organické fosfáty. Mezi faktory, které ovlivňují koncentraci 2,3-DPG v červených krvinkách, patří i pH. Při nízkém pH koncentrace 2,3-DPG klesá, neboť acidóza inhibuje glykolýzu v červených krvinkách. Zvýšení koncentrace 2,3-DPG a P₅₀ působí hormony štítné žlázy, růstový hormon a androgeny. Hladina 2,3-DPG se zvyšuje po 60 min tělesné námahy, u trénovaných atletů se však zvýšit nemusí. P₅₀ se zvyšuje při

cvičení, neboť stoupá teplota v aktivních tkáních a akumulace CO₂ a metabolitů snižuje pH. Navíc, podstatně více O₂ se uvolňuje z každé jednotky objemu krve protékající aktivní tkání tím, že klesá tkáňové PO₂. Konečně, při nízkých hodnotách PO₂ je disociační křivka kyslíku strmá a na jednotku poklesu PO₂ se uvolňuje velké množství O₂. Výstup do vysoké nadmořské výšky vyvolává podstatný vzestup koncentrace 2,3-DPG v červených krvinkách. Následuje zvýšení P50 a tkáním je nabízeno více kyslíku. Zvýšení koncentrace 2,3-DPG, jehož poločas je 6 h, je důsledkem zvýšení pH krve. Po návratu do nížiny hladina 2,3-DPG klesá na normální hodnoty (Ganong, 1999).

Regulace dýchání

Podle Trojana (1994) pro zajištění vhodné koncentrace kyslíku, oxidu uhličitého a vodíkových iontů v krvi a ve tkáních, je nutno dýchání regulovat v závislosti na koncentraci těchto látek. Centrální chemoreceptory (nervové buňky v mozkovém kmeni) jsou citlivé na vzestup koncentrací oxidu uhličitého a vodíkových iontů. Periferní chemoreceptory lokalizované v aortálních a karotických tělískách reagují na změny parciálního tlaku, vzestupu pCO₂ a pokles pH.

Akutní hypoxie stimuluje ventilaci pouze prostřednictvím periferních chemoreceptorů, hlavně karotických tělísek. Po denervaci karotických tělísek akutní hypoxie ventilaci nezvyšuje, ale může dokonce způsobit pokles ventilace. U člověka v klidu se ventilace zvyšuje až při poklesu parciálního tlaku kyslíku ve vdechovaném vzduchu pod 50 až 60 mmHg.

2.2.5. Kosterní sval

- Zvýšení kapilarizace kosterního svalu

Dalším z možných adaptačních mechanismů, které usnadňují dodávku kyslíku tkáním, je zkrácení difúzní dráhy z kapiláry k buňce. Teoreticky je toho možno dosáhnout dvěma způsoby: zvýšením počtu kapilár nebo zmenšením velikosti buňky.

U aklimatizovaných jedinců byl zjištěn menší průměr buněk kosterního svalu, ve srovnání s populací nížinnou, podobné změny byly popsány i u lidí, žijících trvale ve vysokých nadmořských výškách (www.sportsite.cz).

➤ Koncentrace myoglobinu

Podle Dovalila a kol. (1999) po aklimatizaci se zvyšuje množství myoglobinu až o 16%. Úlohou myoglobinu je vázat kyslík i při nízkém parciálním tlaku, vytvářet tak jeho zásoby v tkáních a usnadňovat transport kyslíku k mitochondriím. U lidí žijících ve vysokohorském prostředí je množství této bílkoviny v kosterních svalech významně zvýšeno (www.sportsite.cz).

➤ Zvýšení oxidativního enzymu v mitochondriích

➤ Zvětšení počtu mitochondrií

Jejich početní nárůst je kompenzován jejich menší velikostí, takže výsledný efekt na oxidativním metabolismu je sporný (Dovalil a kol., 1999).

Zlepšení kapacity kosterního svalu a krve – nárazník koncentrace hydrogen (H^+)

Přesný mechanismus odpovědný za zlepšení nárazníkové kapacity po vysokohorském tréninku je nejasný, ale může být spojený se změnami v creatinfosfátu (CP), koncentraci svalového proteinu nebo obou (Mizuno a kol., 1990). Zlepšení v nárazníkové kapacitě krve je možné kvůli zvýšení bikarbonátu, koncentraci Hb nebo obojí (Nummmela a Rusko, 2000).

2.3 Reakce organismu na trénink ve vyšší nadmořské výšce

Trénink ve vyšší nadmořské výšce je využíván především mezi sportovci vytrvalostních disciplín jako jsou běžci, triatlonisti, cyklisti, lyžaři a veslaři. Sportovci vytrvalostních disciplín považují trénink nevyšší nadmořské výšce za jeden z tréninkových prostředků a tak jej začleňují pravidelně do svého tréninkového programu. Jezdí několikrát do roka do vyšších nadmořských výšek s cílem zvýšit svoji sportovní výkonnost. Wilber (2004) uvádí jako hlavní důvod, že očekávají, že díky hypoxickému prostředí se jim zvýší počet červených krvinek a koncentrace hemoglobinu a tudíž i přenos kyslíku ke svalům a to bude mít pozitivní efekt na zvýšení jejich výkonnosti. Ovšem i ostatní systémy jako jsou srdečně-cévní, dýchací, endokrinní, aj. reagují na hypoxické prostředí, snaží se adaptovat na nedostatek kyslíku a přizpůsobit se novým podmínkám. Tyto fyziologické změny v organismu mají vliv na sportovní výkon především u vytrvalostních disciplín.

Jeden z hlavních faktorů pro úspěch ve vytrvalostních sportech je schopnost organismu zužítkovat co možná nejvyšší množství kyslíku a zajistit tak vysoký stupeň oxidativních pochodů, která je daná ukazatelem maximálního jednorázového aerobního výkonu a aerobní kapacity. Podle Havlíčkové (2003) může maximální aerobní výkon být limitován na několika úrovních, z nichž je třeba jmenovat ventilaci, alveolokapilární difuzi, transport oběhovým systémem, tkáňovou difuzi a konečně buněčné oxidace. Ukazuje se tudíž, že u zdravého člověka je nejslabším článkem transport, zajišťovaným objemem srdečním a buněčné oxidace, zajišťované kapacitou a aktivitou oxidativních enzymů.

Wilber (2004) vyzdvihuje dvě nejdůležitějších fyziologické změny, které vyvolává vysokohorské prostředí. Je to snížení saturace hemoglobinu pro kyslík a maximální spotřeba kyslíku. Tyto fyziologické změny můžou sportovce pak nutit, aby snížili nebo upravili objem a intenzitu zatížení. Navíc pobyt ve výšce přináší změny srdeční frekvence, hydratace, acidobazické rovnováhy, energetického krytí,

metabolismus železa a imunitní funkce. Je tudíž třeba upravit tréninkový program ve výšce, abychom se vyhnuli eventuálnímu přetrénování.

2.3.1 Dýchací systém

Výše jmenovaní autoři se shodují, že po příjezdu do vysokohorského prostředí je jedna z prvních fyziologických odpovědí na hypoxické prostředí zvýšení plicní ventilace. Je to z důvodu, že se vzrůstající nadmořskou výškou klesá barometrický tlak a ten způsobuje snížení parciálního tlaku kyslíku ve tkáních. Abychom mohli dodat tkáním a orgánům dostatek kyslíku vzniká hyperventilace, která se projevuje již v prvních minutách po příjezdu. Periferní chemoreceptory rychle reagují na hypoxické prostředí (změny parciálního tlaku, vzestup $p\text{CO}_2$ a pokles pH) a posílají signály do kontrolního dýchacího centra v mozku, aby se zvýšila ventilace. U člověka v klidu se ventilace zvyšuje až při poklesu parciálního tlaku kyslíku ve vdechovaném vzduchu pod 50 až 60 mmHg.

Podle Sjonger (1986) ve výšce pod 3000 m je hyperventilace v klidu dočasná, ale během cvičení stálá. Zatímco ve výšce nad 3000 m ventilace bude zvýšená jak během cvičení, tak i v klidu. A to z důvodu, že chemoreceptory v karotických tělískách jsou velmi citlivé na tlak kyslíku.

Hyperventilace má tedy za cíl dopravit dostatečný kyslík do tkání zvýšením tlaku kyslíku v alveolách (a zajišťuje udržení adekvátního parciálního kyslíku v alveolech) a usnadnit tak difúzi v krvi. Při hyperventilaci dochází ke zvýšení vylučování oxidu uhličitého, který vede ke vzniku respirační alkalózy a která je kompenzována metabolicky zvýšením vylučováním bikarbonátu ledvinami. Marajo a Réga (1981) také zmiňují, že hyperventilace způsobuje taky ztrátu bikarbonátu působící pokles akce nárazníkových systémů a dokonce zvýšení acidózy. Kvůli hyperventilaci, která kompenzuje pokles $p\text{O}_2$, která vyvolává pokles $p\text{CO}_2$ a také i pokles pH. Po 72 hodinách pobytu ve vysokohorském prostředí dochází k plateau hyperventilaci, a je-li dostatečná tak se postupně vrací k normálním hodnotám které jsou obvyklé v nížině. U aklimatizovaných osob už hyperventilace nevzrůstá, ale saturace kyslíkem nedosahuje hodnot, které jsou obvyklé v nížině. Rychlý pokles saturace krve kyslíkem a vzestup alveolární diference se stávají asi limitujícím faktorem pro zátěž ve vysokohorském prostředí.

2.3.2 Oběhový systém

Aby se vykompenzoval nedostatek kyslíků, tak oběhový systém musí dopravit více krve do organismu. A to v podobě zvýšení tepové frekvence, zvýšení minutového objemu srdečního a mobilizace krve ze zásobáren.

Srdeční frekvence (SF)

Během prvních dnů ve výšce srdeční frekvence v klidu i během submaximální zátěže stoupá oproti nížině. Při maximální zátěži je však stejná nebo nižší.

Podle Janssen (2001) SF v klidu stoupá o 10% ve výšce 2000m a o 45% ve 4500m oproti klidové SF v nížině. Po několika dnech, záleží na nadmořské výšce, SF klesá zpět na normální hodnoty v klidu nebo v hodně případech klesne i pod ně. Návrat zpět na původní klidové hodnoty SF může ukazovat dobrou aklimatizaci.

Jelikož mnoho sportovců a trenérů používá tepovou frekvenci jako ukazatel správné tréninkové intenzity, je třeba ve vysokohorském prostředí tepovou frekvenci upravit abychom správně trénovali v tréninkových zónách a vyhnuli se tím přetrénováním.

Systolický objem (Qs)

Systolický objem srdeční, což je objem krve vystříknutý z levé komory za jeden srdeční úder a je ovlivňován několika faktory včetně celkového objemu plasmy (plasma+červené krvinky), velikost levé komory, žilního návratu a síle srdečního stahu. Během prvních hodin po vystavení se hypoxii je Qs stejný nebo lehce nižší než na úrovni moře. Ale během dvou dnů ve výšce je systolický objem dramaticky menší v klidu i během submaximální zátěže. Toto snížení je možné kvůli snížení objemu plasmy.

Minutový objem srdeční (Q)

Minutový objem srdeční je objem krve vystříknutý za minutu. Minutový objem srdeční stoupá s intenzitou zatížení a citlivě reaguje na zvýšené požadavky kyslíkové potřeby. Jak již bylo zmíněno, tak SF během několika dnů po vystavení se hypoxickému prostředí stoupá, zatímco Qs během dvou dnů po příjezdu do výšky klesá. Jelikož

existuje vztah $Q = SF \times Q_s$, tak můžeme vyvodit, že v prvních dnech ve výšce Q bude nižší než na úrovni moře.

Transport kyslíku krví

Transportní kapacita krve pro kyslík stoupá díky vzestupu koncentrace hemoglobinu a hodnot hematokritu a představuje tak efektivní adaptační mechanismus, který kompenzuje pokles sycení arteriální krve kyslíkem. Hormon erythropoetin, který je produkován v ledvinách stimuluje tvorbu červených krvinek. Tyto vyvolané změny jsou závislé na určitém stupni hypoxie. Význam tohoto mechanismu je snižován stoupající viskozitou krve a tedy sníženým průtokem. Přesto vyšší viskozita dovolí zvýšení kapacity aerobní práce během pobytu v nadmořské výšce, neboť množství transportovaného kyslíku přes jednotku krve dovolí přivést tepenný obsah kyslíku blízký hodnotám, které jsou naměřeny v nížině.

Je těžké určit, jestli zvýšený hematokrit je skutečně výhoda nebo ne, ale je to důkaz adaptace na výšku. Zvýšené hodnoty hematokritu mohou mít větší riziko komplikací mozkových příhod, trombóz nebo infarktu myokardu. Také dehydratace vyvolává zvýšení hematokritu. Hematokrit je objem erytrocytů vyjádřený v procentech celkového objemu krve. Jeho hodnota je zhruba 46% (ml erytrocytů / ml krve, vyjádřeno v %).

V průběhu aklimatizace dochází k posunu disociační křivky hemoglobinu doprava. Je to vlivem zvýšené koncentrace 2,3 difosfoglycerátu. Tato změna usnadňuje uvolňování kyslíku do tkání.

Adaptace na hypoxii

Projevuje rovněž přes postupné zvýšení submaximálního výkonu, zatímco VO_{2max} je snížena v klidu i při námaze. Ve skutečnosti jestli potřeba kyslíku pro submaximální intenzitu je stejná ve všech nadmořských výškách, absorpce maximálního kyslíku postupně klesá v takové míře jak nadmořská výška stoupá. -3% ve 2000m, -29% v 4300m (Marajo a Réga, 1981).

Nárazníkové systémy

Nárazníkové systémy (hydrogenuhlíčitánový, hemoglobinový, proteinový, fosfátový), které z krve činí nejvýznamnější regulátor acidobazické rovnováhy, nejsou tak účinné jako v nížině. Normální pH krve je $7,4 \pm 0,04$. Činností nárazníkových systému se úplně nepotlačí, ale můžou se značně zmírnit. Hyperventilace vyvolává snížení bikarbonátu v plasmě a intracelulárním prostředí. Důležitost hemoglobinového nárazníkového systému je tedy zvýšená.

Ztráta vody vede rovněž k poklesu průměru svalových vláken a tedy i k jejich kontraktilních schopností.

Laktát

Údaje týkající se charakteristiky maximálního anaerobního výkonu jsou méně početné než ty, které se týkají max. aerobního výkonu. Většina výzkumů říká, že vyšší nadmořská výška nedovolí dosáhnout maximálních hodnot laktátu, které jsou měřitelné v nížině (Young a kol., 1984; Ceretelli a kol., 1986). Podle studie Ceretelli a kol.(1986) tato snížená produkce laktátu je způsobená z velké části sníženou koncentrací bikarbonátu v plasmě. Ve skutečnosti maximální kapacita laktátu je snížena ve stejných poměrech jako hodnoty nárazníkových systémů. (Ceretelli a Prampero, 1985). Mimoto, odplavení kyseliny mléčné v krvi se děje pomaleji ve výšce (asi 30min.) než v nížině (6min.).

2.4 PRAKTICKÉ ASPEKTY TRÉNINKU VE VYŠŠÍ NADMOŘSKÉ VÝŠCE

Čím dál víc sportovců a trenérů začínají používat vysokohorskou přípravu jako jeden z tréninkových prostředků. Organizují výcvikové kempy ve vyšší nadmořské výšce, přestože s tréninkem v tomto prostředí jsou spojeny i různé obtíže a komplikace. Jeden z důvodů může být ten, že se stále hledají nové možnosti jak zvýšit účinnost tréninkových podnětů. Ve skutečnosti pobyt ve vysokohorském prostředí je pro organismus jakýsi druh stresu, který vyvolává v těle určité reakce a tělo se na ně musí přizpůsobit a když to zvládne, tak tyto reakce slábnou a nastává adaptace. Na jedné straně je adaptace podmínkou rozvoje trénovanosti, ale na druhou stranu s přizpůsobením dochází k oslabení reakcí a je potřeba měnit podněty. Jak jejich sílu, tak jejich druh. Tudíž spíše než výhodou vyšší nadmořské výšky je stres pro organismus a také rozdílné parametry trénování v tomto prostředí.

Jelikož se sportovec z nedostatku kyslíku přibližuje svým maximálním hodnotám rychleji než v nížině, je potřeba snížit celkovou tréninkovou zátěž. Přestože tréninková doba je zkrácená, sportovec stimuluje svůj organismus stejně intenzivně jako v nížině. Ve výšce tedy trénuje blíž svému maximu, což způsobuje zvětšení obecné zátěže tréninku.

Také je možné stimulovat svůj organismus častěji než v nížině, ale musíme při tom respektovat část pro regeneraci, která je delší než v nížině. Obecně celkový objem bude klesat, ale bude kompenzován přes stimuly, které jsou úměrně zvýšeny oproti nížině. Výška vytváří pro organismus zátěž a proto sportovec musí brát velké ohledy na faktor, který není pořád považován za rozhodující prvek pro vývoj a to je zotavení, regenerace. Je tedy nezbytné předvídat v organizaci přípravy dobu stimulace a dobu asimilace (přizpůsobování). Jelikož pobyt ve výšce je velmi často limitován časem, tak se sportovci snaží tento čas co nejvíc využít k tréninku. Únava však přichází rychleji a často ve větší míře než v nížině. Regenerace, která je některými trenéry a sportovci považována v nížině za ztrátu času, tady je nezbytná.

Jestliže vědci nabízejí jen málo závěrů s výhodami, které vysokohorský trénink přináší, tak je to možná proto, že zaznamenané změny se zdají minimální. Po návratu do

nížiny ventilace klesá vzhledem k hodnotám naměřeným ve výšce. Bezprostřední důsledek je snížení pH pro dané cvičení a zvýšení akce nárazníkových systému bikarbonátu a ne bikarbonátu. (Stephan, 1984). Hemoglobin se vrací po několika dnech ke svým hodnotám v nížině, zatímco hematokrit zůstává zvýšený k míře měřené v nížině. Laktát v krvi se snižuje ve výšce z důvodu blokování glykolýzy se vrací její maximální hodnoty. Zdá se, že v momentě návratu do nížiny, metabolická acidóza se rozvíjí nezávisle na akumulaci kyseliny mléčné v krvi a že pro stejnou produkci laktátu nacházíme větší počet iontů H^+ v krvi, tohle pro submaximální cvičení anaerobního typu. Organismus tedy snáší větší zakyselení (Rega, 1985). Někteří autoři konstatují, že v prvních dnech po sestupu z nížiny je značný vzestup ATP, primárního zdroje energie. Hydrolyza ATP vyvolává pokles pH pro submaximální cvičení anaerobního typu.

Dobře řízená příprava ve výšce vede většinou k dobrým výkonům po návratu do nížiny a dokazuje, že náplň tréninku má hlavní důležitost. Trénink ve výšce by neměl být cílem sám o sobě, ale měl by být jeho prostředkem. Je třeba ovšem respektovat jeho specifické aspekty, neboť jejich nerespektování vede naopak k neúspěchům a z toho důvodů mnoho sportovců potom odmítá tento druh přípravy.

2.4.1 Plánování tréninku ve vyšší nadmořské výšce

Dříve než se vůbec rozhodneme zorganizovat soustředění ve vysokohorském prostředí Marajo a Réga (1981) doporučují se zamyslet nad několika otázkami.

➤ **Vhodnost pro dobře trénované sportovce**

Kvůli již zmíněným specifickým aspektům vysokohorské přípravy je tento typ přípravy vhodný především pro vrcholové sportovce, kteří zvládají různé druhy přípravy v nížině a vědí velmi dobře, jak reagují během zátěže a znají svoje regenerační schopnosti organismu. Nicméně, i tito sportovci by měli mít před odjezdem do výšky za sebou dokonalou fyzickou přípravu, tzn. již s určitou trénovaností a být ve výborném zdravotním stavu.

➤ Optimální nadmořská výška pro trénink

Existuje shoda, že nejvhodnější výška je okolo 2000 m n. m. (1800-2400 m). Pod 1000m prostředí nepřináší velké rozdíly oproti nížině. Naproti tomu nad 2500 m n. m. změny v organismu jsou příliš velké a nedovolí efektivní trénink.

➤ Plánování přípravy ve vyšší nadmořské výšce v RTC

Záleží jaký záměr má vysokohorská příprava plnit. Pokud má plnit funkci kondiční, zařazujeme jej převážně v přípravných obdobích a to takovým způsobem jaké schopnosti v tom daném období chceme rozvíjet. Pokud se jedná o speciální přípravu se záměrem vyladit před vrcholnou soutěží, většinou plánujeme s ohledem na zákonitosti reaktimatizace vysokohorského tréninku, tak aby návrat do nížiny byl asi 21 dní před nejdůležitějším závodem. Využít lze pobytu i pouze pro fyziologický efekt v optimálních v nadmořských výškách okolo 3000 m, kde jsou krátkodobé pobyty nejefektivnější.

➤ Délka pobytu

Průměrná délka je většinou 14 dní, ale může se měnit mezi 14 až 30 dny. Za optimální se uvádí 3 týdenní pobyt, protože dovolí dostatečnou adaptaci dýchacího a kardiovaskulárního systému. V rychlostních disciplínách, kde aerobní proces nezasahuje zásadně do výkonu, období adaptace na hypoxii může být zkrácena a pobyt 10-14 dní.

➤ Počet pobytů

Jako optimální se doporučuje zařadit vysokohorský trénink v uvedené délce 2-3x za rok. Opakované pobyty mají pro výkon větší význam, potom jak aklimatizační tak reaktimatizační procesy probíhají snadněji s menšími výkyvy a stáže mohou být proto kratší (Dovalil, 1999).

2.4.2 Zásady tréninku ve vyšší nadmořské výšce

Období aklimatizace

Po první fázi reakce organismu na nové podmínky nastupuje proces aklimatizace. Rozhodující faktory pro spuštění reakce je nadmořská výška a stav organismu (Stehlík, 2007). Podle Marajo a Réga (1981) během prvního pobytu je třeba počítat se 7 až 10 dny aklimatizace. Jestli se však sportovec pravidelně vrací do výšky, tak se aklimatizace zkracuje a pak na aklimatizaci stačí 3 až 5dní. Novák a Fibiger (1986) uvádějí, že 1.-5.den dochází k dosti výrazné adaptační odezvě jako je zrychlení dechové frekvence, tepové frekvence v klidu a při zátěži, vyšší dráždivost aj. Obecně se aklimatizace charakterizuje jako chůze po horách, běhy mírným tempem a cvičení fyzické kondice mírné intenzity. Tato doba může být však narušována různými symptomy: zažívací potíže, bolesti hlavy, nespavost, křeče ve svalech a určitá únavnost.

Období tréninku

S tréninkem můžeme začít, jakmile se organismus v klidu vrátí do určité rovnováhy. Marajo a Réga (1981) upozorňují, že je potřeba však sledovat dynamiku adaptace, protože existují individuální rozdíly ve smyslu vyšší nebo nižší schopnosti adaptace. Proto postupujeme obezřetně při volbě vyšší zátěže. Usilovné a specifické cvičení by měly být méně intenzivní, aby se usnadnila regenerace. Nejlépe je plánovat tyto tréninkové jednotky mezi 10 až 16 hodinu, kdy jsou klimatické podmínky nejlepší. Celkový objem tréninku je redukován, neboť počet opakování je méně a trvání úseku kratší.

Marajo, Réga (1981) a Fibiger, Novák (1986) se shodují, že je rozdíl 13% až 20% mezi $VO_2max.$ naměřeném v nížině a ve výšce.

Specifická zátěž vysoké intenzity vyžaduje delší čas pro zotavení než v nížině. Individuální reakce jsou ve výšce zesíleny a musí se s tím počítat. Je nutné nechat

správný čas na zotavení a pro to je někdy potřeba pozměnit trénink. Vysokohorský trénink je proto zajímavý především pro zkušené sportovce, kteří umějí správně analyzovat svoje vjemy.

Pro určení optimálního tréninku je možné používat biochemické analýzy a to především analýzy krve, díky níž můžeme lépe posoudit schopnost regenerace organismu sportovce, stupeň únavy sportovce, odezvu organismu na zátěž a správné trénování ve správných intenzitách.

2.4.3 Trénink po návratu do nížiny

Reaklimatizace

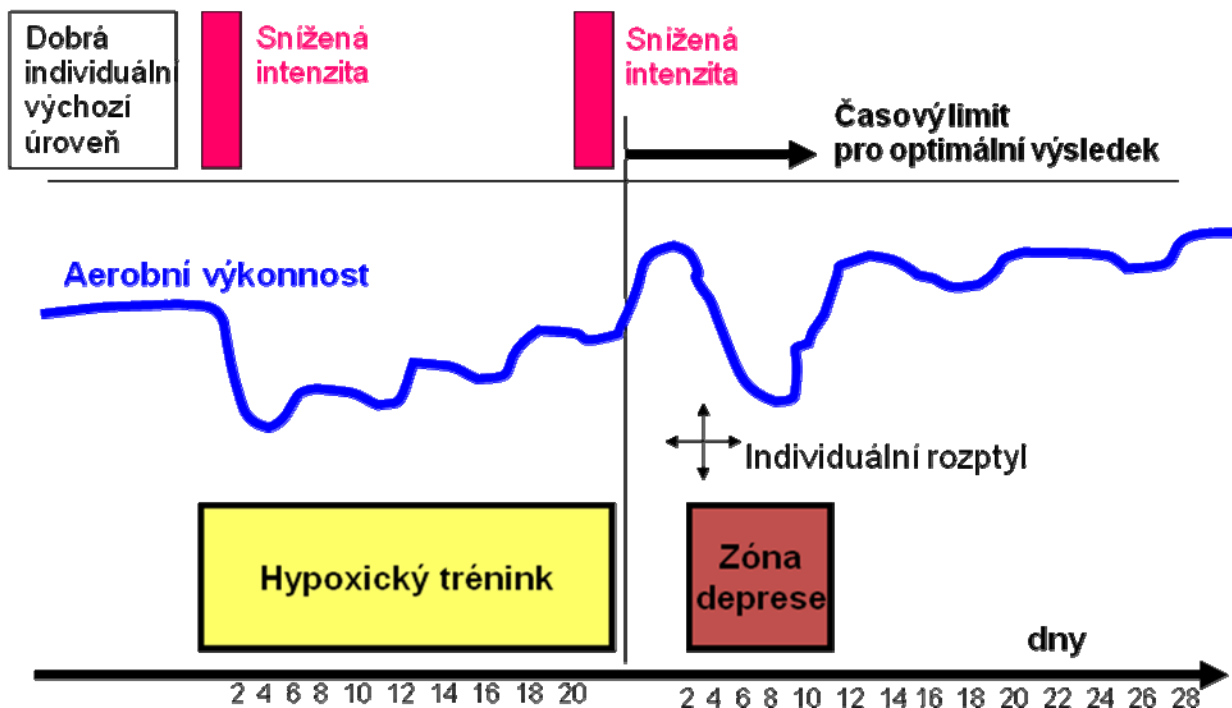
Velmi důležitá součást vysokohorské přípravy, která je často podceňována. Správný výběr tréninkových metod, zatížení a především regenerace umožní sportovci rychlejší návrat do normálního tréninkového režimu. Pro některé jedince může být reaklimatizace náročnější než aklimatizaci na vyšší nadmořskou výšku. Jedná se totiž o proces, který je spojen s návratem organismu do výchozího stavu a normalizací jeho hodnot. Podle Neumanna (1994) riziko neúspěchu je způsobováno celkovým přeorientováním organismu ze zvýšeného stavu aktivace ve vegetativních, hormonálních a imunologicky funkčních systémech na normální stav aktivace v rovinných podmínkách. Tento proces bývá po vysokohorském tréninku ukončen asi po 14 dnech. Pokud následuje po vysokohorském tréninku ještě přesun do jiného časového pásma, musíme počítat s resynchronizací mozkové funkce a doba reaklimatizace se podle Neumanna (1994) ještě prodlouží. Při časovém posunu o 8 hodin přibližně o 5 dnů.

Stejně jako u aklimatizace ve výšce je třeba v období reaklimatizace, tzn. po návratu z vysokohorského soustředění respektovat průběh reaklimatizace. Volit správné tréninkové metody, intenzitu zatížení a dbát na regeneraci aby se předešlo únavě a případným krizím. Především, slouží-li vysokohorská příprava jako speciální příprava před vrcholnou soutěží, je vhodné zvolit takový tréninkový program, který pomůže (správně stimulovat fyziologické funkce) správnému načasování formy na příslušný závod.

Ve většině případů, během však přesně určených období, je možné konstatovat zlepšení výkonnosti z vysokohorského prostředí. Výsledky realizovaných studií v roce 1977 s nejlepšími francouzskými běžci na střední tratě, které zmiňují Marajo a Réga (1981), objevili dvě příznivé období k realizaci výkonu během návratu do nížiny. Pro běžce na 800 m a 1500 m, první příznivé období je mezi 3. až 5.dnem po návratu. Druhé příznivé období je mezi 12. až 28.dnem. Např. J.Kratochvílová překonala světový rekord na 800 m v roce 1983 10dní po svém návratu z Front-Romeu (1850 m n. m.), kde trénovala 3 týdny. Pak získala titul mistryně světa v Helsinkách, 24.den po návratu na 800 m a 25.den na 400 m s novým světovým rekordem 47.99 (Stephan, 1984). Při organizaci vysokohorského VT je podstatné si určit datum přednostních cílů, nejdůležitější závody by měli být mezi 10. až 28.dnem po návratu. A závody přípravné nebo méně důležité mezi 3. až 5.dnem. Podle některých autorů (Dovalil a kol., 2002) je vrchol neboli optimum kolem 21.dne po návratu z výšky.

Můžeme zde vidět i osobní variace na úrovni příznivých období, ale zůstávají velmi limitovány a pozorování dokazují, že tyto dvě období jsou relativně stále pro velký počet sportovců. Zdá se také, že sportovci zvyklý se připravovat ve výšce můžou prodloužit efekt vysokohorské přípravy k realizaci dobrých výkonů na déle než 30dnů. (Lacombe,1979; Ontl a Kvac,1984)

Graf 1 – Změny výkonnosti v průběhu a po skončení vysokohorského tréninku (Křivka Fuchse a Reisse, 1990)



2.4.4 Rizikové momenty

Během vysokohorského soustředění se mohou objevit rizikové momenty, které jsou způsobeny sníženou imunitou, zhoršenou regenerací a zvýšeným rizikem infekčních nemocí. Předpokladem pro bezproblémové absolvování vysokohorského tréninku je dobrý zdravotní stav, dostatečná trénovanost a citlivost k tomuto prostředí. Abychom se vyhnuli případným krizím, je nezbytné respektovat průběh aklimatizace. Velká pozornost je také potřeba věnovat zotavným procesům, výživě a pitnému režimu.

➤ Klimatická krize

Marajo, Réga (1981) a Fibiger, Novák (1986) se shodují, že 8.-10.den je nejvýraznější krize charakterizovaná slabostí, zrychleným TF a DF, nespavostí a ospalostí. Jedna z příčin je pravděpodobně pokles aktivity nadledvinkových žláz. Je třeba si to uvědomit a naplánovat v toto období nízkou zátěž.

V průběhu pobytu ve vyšší nadmořské výšce dochází ke třem základním kritickým obdobím: 2.den po příjezdu v důsledku příjezdové reakce, tato reakce je vystřídána euforií od třetího dne výše, 9.den po příjezdu se dostavuje druhá subjektivní

krize, doznívající až 13.dne pobytu. Tato krize je méně výrazná a má značně individuální charakter. 15.den po příjezdu je třetí krize, která může být i hlubší. Mívá charakter akutní deprese a postupně se vyrovnává až do 19.dne pobytu. (Dovalil a kol., 1999)

➤ Životospráva a pitný režim

Když si uvědomíme, v jakých zvláštních podmínkách se ve výšce nacházíme, tak bychom měli dávat velký pozor na kvalitu spánku a dostatečnou výživu. Nízký hydrometrický stupeň zvyšuje vodní ztráty během zátěže a je tedy podstatné aby sportovec zvýšil přísun tekutin. Minimálně na 4 litry na den, protože zde snadněji vzniká dehydratace. Dále vzduch, který vysušuje sliznice, usnadňuje šíření virů a bakterií a proto je třeba sledovat více než v nížině cesty ORL. Je zde vyšší riziko respiračních onemocnění, jako je riziko angíny, záněty nosohltanu aj. Oblečení by mělo být odolné proti změnám teplot a pleť a oči musí být chráněny proti UV paprskům, které jsou ve výšce intenzivnější.

➤ Zhoršená regenerace

Ve výšce je zvýšeno nebezpečí svalových zranění a proto čas pro zotavení hraje velkou roli. Všechny dostupné prostředky by měly být využity. Kinezioterapie, fyzioterapie, balneoterapie, masáže aj. přítomnost lékařské péče při tréninku sportovce je nezbytná.

2.5 PLÁNOVÁNÍ TRÉNINKU VE VESLOVÁNÍ

Pro potřeby tréninku veslování je dobré znát zastoupení energetického krytí. A verifikaci těchto zón provádíme pomocí testování.

2.5.1 Charakteristika veslování

Typologicky patří veslování mezi silově vytrvalostní disciplíny. Veslařský závod je dlouhý 2000 m a podle druhu disciplíny (1x, 2x, 4x, 2-, 4-, 8+), věkové kategorie a povětrnostních podmínkách může trvat od 5 min. 30sec. do 9 min. Průměrná mechanická síla během závodu u elitního veslaře (muže) se pohybuje od 475W do 525W na veslařském trenažéru ConceptII a u elitní veslařky okolo 350W. Během každého záběru veslař působí na veslo asi 40 až 45kg a během závodu udělá asi 220 až 250 záběrů veslem.

Z hlediska funkčního je velmi zatěžován oběhový a dýchací systém, tepová frekvence dosahuje okolo 190 tepů za min. a maximální spotřeba kyslíku je 6000 až 6500ml/l (tzn. $\dot{V}O_2\text{max}$ 65-70ml/kg) a energetický výdej je značný. Závodník převážnou část závodu pracuje v aerobně-anaerobní zóně. V závěrečné části se hodnoty laktátu mohou pohybovat okolo 16-21 mmolů/l a pH krve mezi 7.0 a 6.85 (Havlíčková, 1993).

Pohybové dovednosti nejsou příliš velké, jedná se o jednoduchý cyklický pohyb. Technika musí být stabilizovaná a zároveň variabilní k měnícím se vnějším (povětrnostním) podmínkám. Nezanedbatelné jsou i psychické vlastnosti jako odolnost vůči únavě nebo volní úsilí.

Přestože se mění veslařské vybavení, požadavky na tělesnou konstituci, jsou moderní trendy v trénincích, experti se shodují, že zvyšování veslařského výkonu během posledních 30let záleží především na fyzické připravenosti.

2.5.2 Zastoupení energetických systémů u veslování

Hlavními energetickými zdroji pro výkon jsou makroergní fosfáty (ATP, ADP,CP) a makroergní substráty (cukry, tuky, bílkoviny). Při tělesném klidu jsou všechny živiny čerpány přibližně stejně. Ale během intenzivní práce tělo využívá jako

zdroj energie převážně a někdy i výhradně cukry a během dlouhodobé práce nízké intenzity jsou využívány tuky. Bílkoviny jsou využívány většinou při vyčerpání organismu nebo při přetrénování.

Zdroje energie pro svalovou práci se využívají cestou aerobních a anaerobních biochemických reakcí. Aerobní procesy spalování jsou metabolické reakce, při nichž se energie uvolňuje za přítomnosti kyslíku. Jsou tak podloženy kapacitou organismu přijímat kyslík z atmosférického vzduchu (difúzní kapacitou plic) a dopravit jej do činných svalů, kde probíhá aerobní štěpení a resyntéza ATP. Čím vyšší má být intenzita činnosti, tím více kyslíku svaly spotřebují. Dochází tak ke zvýšení dechové frekvence a srdečního rytmu, podle intenzity až do určitého limitu. Anaerobní procesy se začínají aktivovat, je-li intenzita pohybu tak velká, že organismus nestačí dodat svalu potřebné množství kyslíku. Energetický požadavek je pak zajišťován procesy ATP-CP nebo anaerobní glykolýzy. Uvolňování energie se tak v zásadě uskutečňuje třemi rozdílnými a přitom vzájemně závislými způsoby. Zjednodušeně se ve sportovním tréninku označují jako ATP-CP systém, LA systém a O₂ systém (Dovolil a kol., 2002).

Žádný z těchto třech systémů nepracuje izolovaně a nezávisle. Ale naopak, všechny souběžně. Podle doby trvání činnosti a její intenzity se průběžně aktivuje buď ten či onen systém aby poskytl požadovanou energii a uspokojil požadavky pohybové činnosti.

Podle Nolteho (2005) dobře trénovaný veslař by měl z 80 až 85% krýt energii během veslařského závodů z aerobních zdrojů, 11 až 15% z anaerobně laktátového systému a z anaerobní laktátový 5 až 9%. Tudíž je zřejmé, že aerobní metabolismus během veslařského závodu převažuje.

Aerobní metabolismus

Jak již bylo řečeno, aerobní proces kryje přibližně 80% energie nezbytné pro závod na 2000 m. Je to proces, při němž se k vytvoření energie využívá výhradně kyslík. Zdroj paliva je obvykle buď z glykogenu a tuků uložených ve svalech nebo glukózy a tuků uloženy jinde v těle, a je dopravován do svalových buněk oběhovým systémem. Jelikož tento proces závisí na mnoha dalších reakcích ve svalové buňce, je energie uvolněná pomaleji a je závislá na dostatečné dodávce kyslíku dopraveno mitochondriím. (tzv. elektrárny svalových buněk). Tudíž dýchací a kardiovaskulární systém musí být schopen dodat kyslíku ze vzduchu, který dýcháme do buněk svalů.

Přibližně trvá 60-90 sekundy než dojde k aktivaci těchto dvou systémů, které poskytnou dostatek kyslíku pro aerobně krytí energetických požadavků ze svalových buněk v průběhu závodu veslování. Průběžná dostatečná dodávka kyslíku při střední fázi veslařského závodu umožňuje tělu nahradit ATP téměř výlučně z aerobního metabolismu.

Na rozdíl od anaerobního metabolismu a jeho odpadního produktu kyseliny mléčné, produkty aerobního metabolismu (voda a oxid uhličitý) jsou buď odstraněny do ovzduší nebo částečně zachována (voda) aby se účastnili při tělesných funkcích.

Je třeba poznamenat, že aerobní metabolismus má vlastně dva procesy:

1. Metabolismus lipidů (rozpad tuků), a
2. Aerobní glykolýza (rozpad glykogenu).

Vzhledem k tomu, že metabolismus lipidů poskytuje dostatek energie, je důležitý jako zdroj energie pro trénink. Ale vzhledem k tomu, že reakce jsou velmi pomalé, je obecně neúčinný v průběhu dvou kilometrového veslařského závodu. Pro tuto vzdálenost, je využívána aerobní glykolýza a jeho kompletní rozpad glykogenu (www.worldrowing.com).

Anaerobní glykolýza

Jedná se o anaerobní způsob získávání energie. Vzniká štěpením glykogenu a konečnou látkou je kyselina mléčná. Při intenzivní činnosti vzniká ve svalech laktát a jelikož jeho odbourávání probíhá pomalu, tak se kumuluje a způsobuje okyselení vnitřního prostředí. Způsobuje bolesti svalů, snižuje pH v těle a zvyšuje únavu. Tenhle způsob krytí je při intenzivní činnosti možný jen kolem 2 minut. Během veslařského závodu se zapojuje od 30 do 90 sec. po startu a v závěrečné fázi posledních 60-90 sec.

ATP-CP systém

Jedná se o anaerobní způsob krytí energie. Tenhle systém se aktivuje velmi rychle, ale jeho zásoby energie vystačí pouze na 10-15 sec. maximálního výkonu. I když tento způsob energetického krytí je aktivován na startu veslařského závodu, je to pouze malé procento využití během dvoukilometrového závodu.

2.5.3 Struktura veslařského výkonu

Podle Herbergera (1977) faktory určující sportovní výkon ve veslování jsou:

- vytrvalost
- svalová síla
- rychlost pohybu
- koordinace pohybu (technika)
- síla vůle a koncentrace

Za nejvýznamnější faktor považuje vytrvalost s tím, že i ostatní faktory jsou neméně důležité a k dosažení požadovaného výkonu je nutné je všechny plně rozvíjet.

Stručně se pokusím vystihnout, jak jednotlivé faktory ovlivňují veslařský výkon.

➤ **Somatické faktory:**

Z biomechanického hlediska je výhodné pro veslování vyšší výška a větší délka končetin. Podle Herbergera (1977) by byl ideální sportovec s konstitucí mezi běžcem na střední tratě a zápasníkem, tj. smíšený typ vytrvalosti a síly. Z antropomotorických měření nás zajímá: výška, váha, délkové rozměry a poměry. Dále složení těla - %tuku, ATH, podíl svalové hmoty a zastoupení svalových vláken.

➤ **Kondiční faktory:**

Jak již bylo řečeno, veslování je silově vytrvalostní sport, proto jsou nejdůležitější:

- Vytrvalostní schopnosti, které zjišťujeme pomocí testování ANP na veslařských trenažérech
- Silové schopnosti: především síla vytrvalostní. Měříme též na veslařských trenažérech (test 2000 m, 6000 m)
- Rychlostní schopnosti jsou také důležité (pro start a finiš) i když podstatně méně.

➤ **Technické faktory:**

Ve veslování je důležitý tzv. cit pro vodu. Dobře zvládnutá technika dává předpoklad pro plné využití fyzického potenciálu. A proto je důležitá také ekonomizace záběru a schopnost přizpůsobit se vnějším podmínkám.

➤ **Taktické faktory:**

Veslování je bezkontaktní sport. Každá veslařská posádka má svoji závodní dráhu. Taktika se veslování uplatňuje spíš ve smyslu správném rozložení sil.

➤ **Psychické faktory:**

Jako v každém jiném vytrvalostním sportu je důležité zvládnutí náročného tréninkového programu, který vyžaduje déle trvající úsilí a s ním související psychické vlastnosti (píle, houževnatost, svědomitost, cílevědomost, vytrvalost, trpělivost, bojovnost, soutěživost, odvaha.)

2.5.4 Testování trénovanosti

Závodní výkon veslaře je ze 70-85% hrazen oxidativním energetickým metabolismem. Základním ukazatelem aerobních schopností organismu je maximální spotřeba kyslíku stanovená nejlépe při stupňovitém zatížení do vita maxima nebo hodnota anaerobního prahu.

Test ANP

Nejrozšířenějším a nejčastějším testem ve veslování je zjišťování úrovně ANP.

Hodnota anaerobního prahu vyjadřuje okamžik nelineárního nárůstu kulmování kyseliny mléčné v krvi v závislosti na intenzitě zatížení a představuje hodnotu kyseliny mléčné přibližně kolem 4mmol/l v krvi. Hodnota ANP se stanoví buď neinvazivním způsobem (změny ventilačně-respiračních parametrů při zatížení tj. respirační práh) nebo invazivním způsobem (pomocí změn LA, BE aj. v závislosti na intenzitě zatížení tj. laktátový práh). Někteří autoři udávají, že se hodnoty obou prahů neliší, jiní udávají rozdíly způsobené např. rozdílným zastoupením typů svalových vláken, difuzí LA přes svalovou membránu, rozdílnou citlivostí respiračního centra na pCO₂. Čím vyšší je

trénovanost na ANP, tím vyšší je identita hodnot získaných neinvazivním a invazivním způsobem.

U veslařů je anaerobní práh považován za vysoce senzitivní parametr. Odráží kvalitativní změny v tréninku a také je jeho prediktivní hodnota vysoká ve vztahu k závodnímu výkonu. Na těchto předpokladech je sestaven program reprezentativního družstva. Jedná se o zjišťování úrovně ANP invazivním způsobem, která má výpovědní hodnotu o efektivitě tréninku a stanovení laktátové křivky nám pomáhá určit tréninková pásma, ve kterých veslař má trénovat.

Test ANP se provádí 4x do roka a jezdí se na veslařských trenažérech ConceptII. Skládá se z pěti intervalů a každý interval trvá 5 minut. V každém intervalu zatížení ve watech stoupá. Sportovec během 15 sec. po začátku úseku dosáhne požadovaného výkonu a ten se snaží rovnoměrně udržet po celou dobu intervalu. Na konci úseku se odečte průměrný výkon ve watech z displeje Conceptu II a srdeční frekvence ze sporttestru a odebere se vzorek krve z ušního lalůčku pro zjištění laktátu. Po té se všechny hodnoty zanesou do grafu a vznikne laktátová křivka, ze které můžeme vyčíst informace, jak jsme doposud trénovali. Stanovení zátěže ve watech je individuální dle trénovanosti. Pět stupňů zatížení je nutné, abychom dokázali sestavit graf.

Také se porovnávají laktátové křivky z předešlých testování mezi sebou. Lze hodnotit sklon a umístění křivky. Za pozitivní se považuje vyšší hodnoty na úrovni ANP a posun celé křivky vpravo.

2.6 ROČNÍ TRÉNINKOVÝ CYKLUS VE VESLOVÁNÍ

Podle Dovalila a kol. (2002), pro sestavení optimálního tréninkového programu je potřeba se opírat o vědecké poznání, tréninkové principy a ctít určité zákonitosti tréninkových cyklů. Ve sportovním tréninku se mluví o sestavování tréninkových cyklů, které jsou různě dlouhé. Mohou trvat několik dní, týdnů, měsíců i let. Roční tréninkový cyklus se všeobecně považuje za základní jednotku dlouhodobě organizované činnosti. Vychází z kalendářní časové periodicity roku i z reálné dynamiky sportovní výkonnosti, z faktu, že výraznější změny trénovanosti vyžadují delší časový úsek a nelze je očekávat v krátkodobém horizontu. Jeho stavba pak směřuje k tomu, aby maximální sportovní výkonnost kulminovala v požadovaném čase. S ohledem na to byl v souladu s vývojem tréninkové praxe zformulován názor na podobu tréninku v průběhu ročního cyklu, které se osvědčuje ve většině sportovních specializací (Dovalil a kol., 2002).

Všechny prvky přípravy by měly mít své začlenění do určitých období včetně fyzické přípravy, psychologické přípravy a rozvoje schopností. Periodizace je obvykle vytvořena podle následujících logických úseků závodního roku do tréninkových fází.

Rok by měl být rozdělen do tréninkových období jako je přípravná fáze, závodní fáze a přechodná fáze. Každé období má své úkoly a zaměření.

Plánováním ve veslování se zabývá Herberger (1977), McNeely (2002), McArthur (1997).

Přípravná fáze

V přípravné fázi se zaměřujeme na rozvoj trénovanosti a všeobecné fyzické kondice. Přípravná fáze je na začátku tréninkového roku. Můžeme ji rozdělit na obecnou přípravu a specifickou přípravu.

➤ **Obecná příprava** (říjen – leden)

Je první a nejdelší z přípravné fáze. Trvá 12-24 týdnů. Cílem tohoto období je zlepšit se v oblastech, kde máme slabiny a vytvořit základ pro intenzivnější specifickou přípravu. Během první fáze tohoto období se zaměřujeme na rehabilitace případného zranění nebo vyrovnáváme svalové dysbalance z předešlého období. Úkolem tohoto

období je obecná síla, flexibilita a rozvoj aerobní kondice. Ve veslování, tréninkový objem bývá během této fáze lehce menší.

➤ **Speciální příprava** (leden – únor)

Trvá 8 – 16 týdnů a rozvíjí obecnou kondici, kterou jsme získali během obecného přípravného období. Nově získaná tělesná kondice je uplatňovaná ve sportovně specifických situacích. Je zde víc kladen důraz na umístnění specifické aerobní, anaerobní a silové práce. Tréninkový objem během této fáze vzrůstá. Na konci této fáze, tréninkové jednotky mohou napodobovat závodní situace, co se týká pohybových vzorů, rychlosti a intervalů práce/odpočinek. Můžou být začleněny některé TJ pro udržení síly a obecné aerobní kondice.

V přípravné fázi máme ideální čas, abychom se věnovali rozvoji dovedností. Přípravná fáze je tedy výborná doba na práci na individuálních částech dovedností, které můžou být zdokonalovány (př. pozice těla během odkopu).

Předzávodní fáze (březen – duben)

Trvá 4-8 týdnů. Klade se důraz na rozvoj veslařské techniky, specifické kondice pro veslování a psychickou přípravu na nadcházející závodní období. Klade se také důraz na rozvoj rychlosti na vodě. Během tohoto období se vybírají posádky.

Závodní období (květen – srpen)

Během závodní fáze se ještě více rozvíjí veslařská technika, speciální kondice pro veslování a psychická příprava pro závodní období, dále se rozvíjí a stabilizuje závodní výkonnost.

Je to období, kdy se konají všechny důležité závody. V případech, kdy je závodní fáze příliš dlouhá, může být rozdělena do počáteční a pozdní závodní fáze. Raná závodní fáze začíná jako nadstavba předzávodní fáze, ve které se klade důraz na fyzickou přípravu. Hlavní závod sezóny je umístněn na konec pozdní závodní fáze.

Během této fáze se soustředíme na techniku. Rozvoj fyzické přípravy je běžně druhořadná důležitost v této fázi. Trénink by měl být takový, aby udržel úroveň kondice, která byla dosažena během přípravné a předzávodní fáze.

Všechny tréninkové jednotky by měly mít specifický charakter. Kde je to možné, tam by měli být kombinace rozvoje dovedností a taktiky ve stejný čas. Toto je první fáze, která je umístněná do tréninkového plánu a délka všech ostatních fází závisí právě

na téhle fázi. Dokonalost v celkovém provedení záběru a rozvoj závodní přípravy jsou primární úkoly během této fáze. Jemné vyladování ve specifických částech veslařské techniky jsou klíčové během této fáze. Během týdnů bez závodů se zaměřujeme na zvyšování speciální vytrvalosti.

Týdny se závody - superkompenzační efekt, závodní příprava.

Přechodná fáze (září)

Následuje po závodním období. Toto je období několika týdnů, běžně 4 až 6, kde si odpočineme od tréninku. Měli bychom zůstat aktivní a dělat takové aktivity, které se nevztahují k veslování. Pokud nedokážeme být bez veslařského tréninku v tomto období, můžeme zkusit sednout do jiné posádky, než jezdíme celý rok. Např. jezdíme-li celý rok na skifu, můžeme si vyzkoušet trénink na osmě. Tato fáze dovolí si fyzicky i psychicky odpočinout po těžkém tréninku a závodním rozvrhu. Je důležitá hlavně pro veslaře, kteří trénují na vysoké úrovni několik let.

Správnému naplánování tréninku během roku umožňuje optimální zlepšování. Periodizace rozdělí rok do určitých bloků, které mají specifické tréninkové cíle. Každý blok doplňuje předcházející a připravuje na nadcházející. Hlavními prvky periodizace je objem a intenzita, která se postupně mění.

Tréninkový objem

Lepší počítat v minutách nebo hodinách, protože tak snadněji určíme tréninkový efekt a lépe porovnáme veslaře s rozdílnými schopnostmi.

Tabulka 1 - Tréninkový objem podle závodní úrovně (Nolte, 2005)

Závodní úroveň	Hod. / rok
Mezinárodní	800 – 1200
Republiková	600 – 800
Klubová	300 – 500
Rekreační	200 – 300

Tabulka 2 - Tréninkové ukazatele pro českou reprezentaci (www.ceskeveslovani.cz)

MC	veslování		anaer.kapacita	anaer. práh	zákl. vytrval. II.	zákl. vytrval. I.	posil.	běh	ost.	hod.
	celk.		TF:180-200	TF:165-180	TF:150-165	135-150	celk.	celk.	dop.	tr.
	min.	km.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	hod.
1	1250	250	30	50	370	800	360	480	480	43
2	2000	400	100	160	540	1200	720	600	480	63
3	2000	400	100	160	540	1200	960	480	600	67
4	1500	300	80	150	370	900	720	480	600	55
5	2500	500	200	250	675	1375	960	720	480	78
6	3000	600	290	390	1020	1300	1200	720	240	86
7	3500	700	320	600	1080	1500	960	600	240	88
8	3000	600	360	540	720	1380	720	480	240	74
9	2750	550	360	540	660	1190	600	240	240	64
10	2500	500	320	480	600	1100	480	240	240	58
11	2750	550	350	500	500	1400	480	240	240	62
12	2250	450	260	310	330	1350	240	240	120	47
13	750	150	80	50	100	520	0	120	0	15
celkem	29750	5950	2850	4180	7505	15215	8400	5640	4200	
hodin	496		47	70	125	254	140	94	70	800

Důležité je zvyšovat tréninkový objem postupně, protože rychlý nárůst v objemu může vést k přetrénování nebo zranění. Jako pravidlo se uvádí, že roční nárůst objemu v tréninku by neměl překročit 10% z předcházejícího roku.

Tréninková intenzita

Existuje mnoho způsobů jak určit tréninkové intenzity (zóny, pásma). Nejčastěji se v ČR používá stupňovaný laktátový test ANP, ze kterého můžeme určit fyziologické body jako je aerobní práh, anaerobní práh, max.sílu.

V této kapitole rozdělíme do tréninkových pásem následovně:

- Vytrvalost I → ≤ 2 mmol (dlouhodobá vytrvalost, která může trvat několik hodin)
- Vytrvalost II → 2 – 4mmol (40-90min)
- ANP → 4 - 6 mmol (intervalové úseky od 2 do 6min.)
- Anaerobní zóna → > 6 mmol

Tabulka 3 - Procentuální vyjádření tréninkových intenzit (Nolte, 2005)

Tréninková intenzita	% ročního objemu	
Vytrvalost I	50 – 55 %	≤ 2 mmol
Vytrvalost II	15 – 20 %	2 – 4mmol
Anaerobní práh	5 – 10 %	4 – 6mmol
Anaerobní zóna	10 – 15 %	> 6 mmol

2.6.1 Vysokohorské kempy v RTC ve veslování

Veslování je jedním z mála sportů, kde od LOH v Mexiku nebyla vrcholná světová soutěž ve vyšší nadmořské výšce. Mistrovství světa i olympijské hry se z pohledu řešené problematiky konaly v normálních nadmořských výškách. Trénink ve výšce je proto využíván jako rozšíření tréninkových forem. Jeho cílem není úplná aklimatizace s cílem přípravy na vrcholnou světovou soutěž. Pobyty jsou využívány v jednotlivých etapách ročního tréninkového cyklu především pro celkové zvyšování vytrvalostních předpokladů, které jsou dále využívány pro speciální silově-vytrvalostní trénink v dalším období.

Na základě výše rozdělených tréninkových období a určení jejich úkolů a cílů, je možné pak plánovat vysokohorskou přípravu.

První pobyt je nejvhodnější absolvovat v první fázi přípravného období. Před pobytem by mělo být dosaženo určité výkonnostní úrovně. Vysokohorská příprava má v tomto období funkci kondiční a tak hlavními úkoly budou rozvoj všeobecné kondice a rozvoj aerobních procesů. Můžeme použít nespecifické prostředky jako běžecké lyžování nebo běh. Tento pobyt většinou absolvujeme v měsících prosinec a leden, kdy jsou ideální podmínky na horách a máme dobrou příležitost natrénovat odpovídající objemy.

Druhý pobyt je vhodné zvolit v druhé části přípravného období. Během tohoto pobytu se snažíme dále rozvíjet vytrvalostní schopnosti a zaměřujeme se také na rozvoj silové vytrvalosti a speciální kondice (trenažéry, veslování). Používáme jak specifické tak i nespecifické prostředky v přípravě.

Během třetího pobytu se jedná většinou o speciální přípravu, která má za cíl vyladit formu před vrcholnou soutěží. Plánuje se tak, aby konec tréninkového kempu byl 20 dnů před vrcholnou soutěží. Během tohoto pobytu je velmi důležité zvolit správnou zátěž. V závodním období trénujeme již ve vyšších intenzitách a proto je potřeba brát ohled na vysokohorské prostředí, kde dochází rychle k vyčerpání a únavě, abychom se vyhnuli přetrénování. Anebo naopak z obavy přetrénování jsme netrénovali málo a nebyli tak dostatečně připraveni na plánovaný závod.

2.6.2 Sledování fyziologických parametrů při tréninkovém kempu ve výšce

Reakce na zatěžování je velmi individuální a navíc odráží aktuální stav všech vnitřních a vnějších vlivů. Základem pro objektivizaci procesu přípravy ve vyšších nadmořských výškách je spojení fyziologických a biochemických metod. Hlavním ukazatelem je tak většinou sledování tepové frekvence a metabolické odezvy. Tyto informace jsou významné především pro zpětnovazební řízení a hodnocení efektivity použitých metod a prostředků.

Tepová frekvence je výborný ukazatel celkové tělesné zdatnosti. Její sledování je užitečné pro sledování reakce na zatížení a na jeho vzájemné působení s okolím. Změny pak naznačují, že je tělo nepříznivě ovlivňováno jinými proměnnými (vyčerpání, strava, infekce) nebo vnějšími podmínkami (teplota, nadmořská výška).

Biochemické sledování aktuálního stavu může poměrně dobře objektivizovat skutečný účinek tréninkového zatížení na organismus sportovce. Lze získat objektivní informace o zatížení nebo přetížení z důsledku nedostatečné regenerace.

V procesu kontroly a řízení vysokohorské přípravy se vychází především z parametrů vnitřního prostředí. Sledované parametry: pH, pCO₂, pO₂, Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Cl⁻, tHb, SO₂ a Hct. Pro řízení tréninku a regenerace jsou rozhodující především hodnoty pH a pro určení adaptačních procesů pak množství tHb (hemoglobinu) a SO₂(oxyhemoglobinu) (Bolek, 2009).

Praktické využití biochemických parametrů je při přípravě především při:

- Stanovení tréninkové zátěže
- Diagnostice únavy
- Monitorování odpočinkových fází.

Pro biochemické monitorování tréninku je využívána řada metabolitů a substrátů. Běžně je v praxi využíván především laktát a urea, dále pak např. jednoduché a složené lipidy, glycerol a glukosa, amoniak, tyrosin, kyselina močová, albumin, bilirubin, celková bílkovina.

Laktát

Základním parametrem této skupiny je laktát. Především v průběhu intenzivních anaerobních cvičení je zvýšení hladiny laktátu tak mohutné, že neexistuje žádný důvod pochybovat o využitelnosti tohoto parametru. Široce je bohužel stále diskutována pouze použitelnost parametrů laktátové křivky a její stanovení. Stranou zůstávají otázky, jak vysoká musí být hladina laktátu, nebo jak dlouho musí být zvýšená hladina laktátu udržena, abychom dosáhli efektivních stimulů. Lze však obecně vycházet z předpokladu, že rozvoj vytrvalosti by měl být realizován v pásmech do 6 mmol/l a pro rychlostně silové disciplíny by pak mělo jít o pásma 12 – 20 mmol/l.

Po tréninkové jednotce je návrat zvýšené hladiny laktátu na normál poměrně dlouhý. Při vysoké hladině dochází k prvnímu poklesu po 7 – 10 minutách, návrat k normálním hodnotám trvá od 30 do 45 minut (Bolek, 2008).

Urea

Urea je v biochemické kontrole pro hodnocení tréninkové jednotky a regenerační-odpočinkové fáze velmi často využívána. Předpokládá se, že výrazné zvýšení koncentrace krevní urey indikuje silný vliv tréninkové jednotky na organismus a tudíž lze posuzovat tímto způsobem tréninkový efekt. Normalizace urey v krvi je potom používána jako index – měřítko pro čas potřebný pro nasazení dalšího podobného intenzivního a namáhavého tréninku. Produkce urey bývá potlačena v případech, kdy organismus produkuje velmi vysoké hladiny laktátu. Z toho vyplývá, že urea poskytuje nejlepší informaci o tréninku vytrvalců s převahou aerobních cvičení. Hladiny urey byla většinou měřena večer a druhý den ráno po zátěži pro možnost hodnocení dynamiky. Ranní hodnoty menší než 8 mmol/l jsou považována za úroveň, která je předpokladem pro intenzivní zatížení v plánované tréninkové fázi. Vyšší hladina je považována za limitující pro efektivní tréninkové zatížení vyšší intenzity. Zvýšení ranní urey k hodnotám blízkým přes 12 mmol/l indikuje stav, při kterém by mělo být realizováno pouze regenerační pohybové zatížení (Bolek, 2008).

Hormony

Každý hormon má velice specifickou funkci a její realizace nezávisí výlučně na absolutní hladině v konkrétním čase. Rozhodující jsou podmínky v samotných buňkách, které mohou hormon přijmout nebo odmítnout. Významnou roli pak hraje sladění s působením ostatních hormonů a samozřejmě i s dalšími metabolickými regulátory.

Stanovení aktuální hladiny hormonu a znalosti o jeho účinku nezaručují a negarantují znalost o aktuální roli hormonu. Navíc každý hormon má svůj vlastní vzor na odpověď vyvolanou tréninkovým zatížením. Proto též čas odběru vzorku musí být synchronizován s časem vyplavení hormonu do krve. Pokud se týče hormonů, nejpodstatnější informace o reakci na cvičení a předpokládaném tréninkovém efektu poskytují hladiny testosteronu, insulinu, kortizolu a růstového hormonu. Specifickou roli má pak stanovení erythropoetinu ve vztahu k přípravě ve vyšších nadmořských výškách (Bolek, 2008).

3. VÝZKUMNÁ ČÁST

3.1 Cíle práce

Dílčím cílem této práce je shrnout vybrané publikované informace k problematice tréninku ve vyšší nadmořské výšce a její využití ve veslování. Hlavním cílem pak prakticky ověřit teorie využití tréninku ve vyšší nadmořské výšce na příkladu veslování za pomoci vyhodnocení biochemické analýzy. Dalším dílčím cílem bude zjistit, zda trénink ve vyšší nadmořské výšce může pozitivně ovlivnit výkonnost veslařky v přípravě na OH v Pekingu.

3.2 Úkoly

Vzhledem ke stanoveným cílům jsme si vytyčili následující úkoly práce:

1. prostudování odborné literatury k problematice pobytu a přípravy ve výšce
2. obecně charakterizovat plánování tréninkového cyklu k přihlédnutí k nadmořské výšce
3. prezentovat přípravu v rámci OH cyklu 2004-2008 na příkladu veslařky
4. praktické ověření teorie využití vyšší nadmořské výšky za pomoci vyhodnocení biochemické analýzy
5. zhodnotit vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce v rámci opakovaných tréninkových kempů na výkonnost veslaře (ANP)
6. zhodnotit vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce na změny krevního obrazu a schopnost adaptace na toto prostředí
7. vyhodnocení použití tréninku ve vyšší nadmořské výšce v přípravě na OH
8. interpretování výsledků a možná doporučení pro praxi

3.3 Metody

Pro účely této práce budeme pracovat s metodami: analýza, metoda komparace, evaluace, návrh a demonstrace.

Analýza odborné literatury z oblasti tréninku ve vyšší nadmořské výšce poskytuje teoretické východiska k řešení definované problematiky.

Analýza biochemických parametrů nám pomůže prakticky ověřit teorii využití tréninku ve vyšší nadmořské výšce na příkladu veslování

Návrh roční tréninkového cyklu se začleněním tréninku ve vyšší nadmořské výšce s cílem zvýšit výkonnost veslaře.

Metoda evaluace předpokládá, že se provádí nějaký program nebo projekt určitým způsobem a s určitými cíli. Výzkum je zaměřen na popis aktuálního průběhu a určení toho, zda se daných cílů dosahuje a které další efekty jsou přítomny (Hendl, 1999). Metoda evaluace byla využita pro zjištění efektu tréninku ve vyšší nadmořské výšce a jeho vlivu na výkonnost veslaře.

Metoda komparace byla použita pro srovnání ročních tréninkových cyklů k přihlídnutí k tréninku ve vyšší nadmořské výšce. Dále se srovnávaly výsledky biochemie při tréninku v nížině a ve výšce.

4. METODOLOGIE

4.1 Metodika výzkumu

Pro správné zařazení tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce do ročního tréninkového cyklu (RTC) bylo nejprve důležité nastudovat odbornou literaturu k této problematice. Na základě teoretických znalostí pak plánovat tréninkové kempy ve vyšší nadmořské výšce ve čtyřletém olympijském cyklu. Podle daných úkolů a cílů jednotlivých období v RTC jsme volili vhodnost využití tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce.

Během tréninkových pobytů ve vyšší nadmořské výšce jsme za pomoci biochemických analýz ověřovali využití tréninku ve vyšší nadmořské výšce v praxi. Měli jsme tak možnost díky biochemii posoudit schopnost organismu se adaptovat na hypoxické prostředí a zároveň adekvátně dávkovat tréninkovou zátěž, tak aby tréninkový stimul byl optimální.

Jako ukazatel trénovanosti jsme používali test ANP na veslařském trenažéru, který jsme prováděli v nížině. Kvalitu veslařského výkonu jsme hodnotili odstupem od 1.místa na Světovém poháru, Mistrovství světa a Olympijských her.

Celkem jsme absolvovali v olympijském cyklu 2004-2008 12 tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce. Zařazování tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce do RTC se v průběhu let měnilo, vždy podle zkušeností z předešlého RTC. Tréninkové pobyty ve vyšší nadmořské výšce probíhaly z velké části v okolí Sv.Mořice.

Rozhodující jsou pro nás výkony po návratu do nižších nadmořských výšek.

Porovnávali jsme získané praktické informace s publikovanými poznatky.

4.2 Charakteristika výzkumného souboru

Sledovanou osobou byla veslařka světové úrovně specializující se na disciplínu skif žen. S veslováním začala až v 19-ti letech (v roce 1999) a po 2 letech se účastnila již mezinárodních soutěží. V té době měla, ale již za sebou dlouhou sportovní kariéru.

Před veslováním se věnovala 8 let atletice a specializovala se na běhy na střední a dlouhé tratě. Ještě před atletikou se věnovala 5 let běžeckému lyžování.

Trénuje 2-3x denně pod vedením trenéra Tomáše Kacovského. Přestože dodržuje správnou životosprávu, bývá v průběhu veslařské sezóny častěji nemocná. Což se pak odráží v absenci v tréninku.

4.3 Metodika sběru, analýza a vyhodnocení dat

Realizace biochemického sledování péčí CASRI Praha umožnila s využitím mikroodběrů sledovat dynamiku jednotlivých parametrů a tím poměrně objektivně sledovat fáze zatížení i regenerace včetně adaptačních efektů. Metodika vycházela z praxe u ostatních sportů a soustředila se na tři základní skupiny parametrů, kterými jsou aktivita endokrinního systému, akumulace metabolitů a parametry vnitřního prostředí. Stanovení vybraných parametrů těchto tří skupin umožňuje objektivizovat vliv tréninku na organismus. K interpretaci výsledků bylo využíváno poznatků z předchozích periodických vyšetření. Řada biochemických parametrů je totiž u sportovců mimo referenční interval, který používá k hodnocení klinická biochemie. Je však nutné vždy vycházet z toho, že nemusí jít jen o důsledek extrémního tréninkového zatížení, ale i o skutečné onemocnění.

Biochemická kontrola zabezpečovala objektivní informace v průběhu a po skončení zatížení. Pomocí získaných biochemických výsledků byla hodnocena hranice zatížení s přiměřeným tréninkovým efektem a nepřiměřeným zatížením s možností přetížení a přetrénování.

Pro kontrolu metabolických změn byla využívána především analýza kapilární krve. Pomocí mikrometod bylo umožněno opakované stanovení parametrů v průběhu tréninkového zatížení. Byly sledovány hladiny metabolitů, které jsou vyplaveny

z intracelulárního prostoru. Problémem při interpretaci je skutečnost, že nelze obecně stanovit, jak velká by akumulace jednotlivých metabolitů měla být.

V procesu monitorování aktivity endokrinního systému a akumulace metabolitů hrají významnou roli parametry vnitřního prostředí. Jejich stanovení je při vhodném přístrojovém vybavení poměrně jednoduché v laboratoři i v terénu. CASRI Praha disponuje přístroji, které pracují s cca 200 ml plné krve a měří poměrně široké spektrum parametrů vnitřního prostředí a další důležité údaje dopočítávají. Při sledování bylo využito v laboratoři analyzátoru krevních plynů Roche OMNI S. a v terénu pak přístroj OPTI3 AVL (rozsah měřených parametrů je uveden v příloze). Pro interpretaci bylo využito především stanovení hodnoty pH a hodnot krevních plynů PO_2 a PCO_2 . Dále pak senzorové stanovení hodnot hematokritu, elektrolytů Na^+ , K^+ , Ca^{++} a Cl^- , glukózy, laktátu a urey, hladina celkového hemoglobinu a saturace kyslíkem v plné krvi.

4.4 Popis OH cyklu s přihlédnutím k tréninku ve vyšší nadmořské výšce

Veslařská sezóna má většinou jeden vrchol (MS nebo OH), který se koná v měsíci srpen. Můžeme tedy říct, že se jedná o jedno vrcholový RTC. Veškerá příprava vede k tomuto vrcholu a tréninkový plán je sestavován s ohledem na tuto skutečnost. Veslařské závody se konají v nižších výškách (výjimka byla OH v Mexiku), ale jako i jiné sporty, i veslování začleňuje trénink ve vyšších nadmořských výškách do RTC, aby využila výhody hypoxického prostředí pro závody v nižších nadmořských výškách.

RTC obsahuje 3-4 tréninkové kempy ve vyšší nadmořské výšce a zařazovali jsme je do RTC tak, aby respektovaly úkoly a cíle jednotlivých období v RTC.

Nejdříve jsme si vytyčili zaměření tréninkových pobytů ve vyšší nadmořské výšce a určili si jaké fyziologické systémy a schopnosti chceme rozvíjet. Pak s ohledem na zkušenosti z předcházejícího RTC jsme plánovali kdy, co a jak budeme trénovat ve vyšších nadmořských výškách.

Pobyt ve vyšších nadmořských výškách byl při plánování RTC spojen s plněním cílů jednotlivých tréninkových období. Byl zpravidla zařazen:

- na začátku ročního cyklu ve spojení s rozvojem všeobecné vytrvalosti (prosinec- leden)
- na konci přípravného období ve spojení s rozvojem speciální vytrvalosti (únor - březen)
- po skončení první části závodního období (červen)
- v první části závěrečné přípravy na vrcholné soutěže (červenec)

Délka pobytu vycházela z cíle v daném období, a šlo zpravidla o:

- dlouhodobé pobyty 21 dní, zaměřené na všeobecnou a speciální vytrvalostní přípravu
- krátkodobé pobyty 4 – 6 dní (regenerační zaměřené na fyziologickou odezvu).

V přípravném období, kdy by se měly rozvíjet nejvíce kondiční schopnosti, jsme zařazovali tréninkové pobyty ve vyšší nadmořské výšce dvakrát. První tréninkový pobyt se uskutečňoval v první polovině přípravného období s cílem rozvíjet základní vytrvalost a všeobecnou kondici. Druhý tréninkový pobyt v druhé polovině přípravného období, který byl zaměřený na rozvoj základní a silové vytrvalosti, rozvoj všeobecné kondice, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru a zlepšení transportní kapacity krve. Zařazování posledního tréninkového pobytu ve vyšší nadmořské výšce se během let měnilo. Z důvodu, že je tento pobyt zařazován už v závodním období, tak se hledala optimální možnost jak (natrénovat požadované objemy v potřebných intenzitách) intenzivně v tomto období intenzivně trénovat a zároveň absolvovat přípravu ve vyšších nadmořských výškách.

5. PRAKTICKÁ ČÁST

Během čtyřletého olympijského cyklu 2004-2008 byla vysokohorská příprava zařazována pravidelně do RTC jako příprava na veslařské závody, které se konají v nižší nadmořské výšce. Zkušenosti s tímto typem přípravy byly ovšem již od roku 2002. Podle umístění v RTC měl trénink ve vyšší nadmořské výšce rozdílné cíle a úkoly. Podle toho se pak odvíjí použití tréninkových prostředků, volba druhů zatížení (specifické x nespecifické).

5.1 Období 2004 – 2005

5.1.1 Kalendářní plán akcí

V tabulkách 4, 7, 13 a 21 je názorně zaznamenáno začlenění výcvikových táborů (VT) v průběhu ročního tréninkového cyklu (RTC). Barevně jsou pak odlišeny VT ve vyšší nadmořské výšce (zeleně) a v nižších polohách (modře). Závody, které se všechny konaly v nížině, jsou označeny oranžovou barvou.

Tabulka 4 – Kalendářní plán akcí za období 2004-2005

Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
	1	1	1	1	1	1 ITA	1 KZ	1	1	1 Slapy	1 JAPON
	2	2	2	2	2 6000m	2 ITA	2 USA	2	2	2 Slapy	2 JAPON
	3	3	3	3	3	3 ITA	3 USA	3	3	3 Slapy	3 JAPON
	4	4	4	4	4	4 ITA	4 USA	4 Primátork	4	4 Slapy	4 JAPON
	5	5 MOŘIC	5	5 MČR	5	5 ITA	5 USA	5 Primátork	5	5 Slapy	5
	6	6 MOŘIC	6	6 Olomouc	6	6 ITA	6 USA	6	6	6 Slapy	6
	7	7 MOŘIC	7	7	7	7 ITA	7 USA	7	7	7 Slapy	7
	8	8 MOŘIC	8 Hodonín	8	8	8 ITA	8 8+	8	8	8 Slapy	8
	9	9 MOŘIC	9	9	9	9 ITA	9	9	9	9 Slapy	9
	10	10 MOŘIC	10	10	10	10 ITA	10	10	10	10 Slapy	10
	11	11 MOŘIC	11 6000m	11	11	11	11	11 Vltava	11	11 Slapy	11
	12	12 MOŘIC	12	12	12	12	12	12 Vltava	12	12 ANP	12
	13	13 MOŘIC	13	13 ITA	13	13	13	13	13	13	13
	14	14 MOŘIC	14	14 Passo	14	14	14	14	14	14	14
	15	15 MOŘIC	15	15 di	15 ANP	15	15	15 Mattoni	15	15	15
	16	16 MOŘIC	16	16 Pardoj	16	16 Mělník	16	16	16 MČR	16	16
	17	17 MOŘIC	17	17	17	17	17	17 SP GER	17 MČR	17	17
	18	18 MOŘIC	18	18	18	18	18	18 SP GER	18	18	18
	19	19	19	19	19	19	19 Račice	19 SP GER	19 ANP	19 MS	19
	20	20	20	20	20 ITA	20	20 Račice	20	20	20 JAPON	20
	21	21	21	21	21 ITA	21	21 Račice	21 Račice	21	21 JAPON	21
	22	22	22	22	22 ITA	22	22 Račice	22 Račice	22	22 JAPON	22
	23	23	23	23	23 ITA	23	23	23 Račice	23	23 JAPON	23
	24	24	24	24	24 ITA	24	24	24 Račice	24	24 JAPON	24
	25	25	25	25	25 ITA	25	25	25 Račice	25 Slapy	25 JAPON	25
	26	26	26	26	26 ITA	26	26 SP GBR	26 Račice	26 Slapy	26 JAPON	26
	27	27	27	27	27 ITA	27	27 SP GBR	27 Račice	27 Slapy	27 JAPON	27
	28	28	28	28	28 ITA	28	28 SP GBR	28 Račice	28 Slapy	28 JAPON	28
	29	29	29		29 ITA	29	29	29 Račice	29 Slapy	29 JAPON	29
	30	30	30		30 ITA	30 KZ	30	30 Račice	30 Slapy	30 JAPON	30
		31	31		31 ITA		31		31 Slapy	31 JAPON	

Počet VT

V tréninkovém roce 2004/2005 bylo naplánováno 7 VT, z toho 3 vysokohorské VT, z nichž poslední plánované vysokohorské VT se kvůli absenci v tréninku nahradilo za VT v nížině.

Zaměření VT

- Sv. Mořic (1800 m n.m.) → VT se zaměřením na rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, zmnožení počtu červených krvinek.
- Passo di Pardoj (2200 m n.m.) → krátkodobý vysokohorský pobyt k nastartování hormonálních změn v organismu spojených z hypoxickým prostředím.
- Sabaudie (0 m n.m.) → jarní rozveslování se zaměřením na rozvoj veslařské techniky a specifické veslařské kondice.

- Seattle (150 m n. m.) → VT reprezentačního družstva žen v USA zakončený závodem na osmě. Příprava na závod na osmě se zaměřením na sjednocení veslařského záběru celé posádky a nácvik závodního tempa.
- Račice (367 m n.m.) → VT před I.SP. Rozvoj rychlosti, zkouška závodního tempa v závodní dráze.
- Račice (367 m n.m.) → Nácvik taktiky, rozvoj anaerobní kapacity, nácvik jízdy v závodní dráze.
- Slapy (308 m n.m.) → Rozvoj silové vytrvalosti, anaerobní kapacity, rychlosti, nácvik taktiky.

Rozsah VT vysokohorských (VHT)

V prvním roce olympijského cyklu byly naplánovány 3 vysokohorské VT. První se uskutečnilo ve Sv.Mořici ve výšce 1800 m n.m. v délce 14 dní. Druhý vysokohorský VT proběhl ve 2200 m n.m. v Passo di pardo a trval 5 dní. A poslední musel být kvůli absenci v tréninku zrušeno.

5.1.2 Tréninkové ukazatele

Tabulka 5 – Tréninkové ukazatele v roce 2004/2005

Jméno	Veslování (km)	Veslování (min)	Posilování (min)	Ostatní (min)	Celkem (hod)	Nemoc (dny)
Plán	5 900	29 500	8 400	9 840	795	-
Mirka Knapková	3 430	17 856	2 592	8 352	480	34

Výsledky závodů 2005

Pro potřeby srovnávání závodní výkonnosti využíváme pouze závody na SP, MS a OH, protože na ostatních závodech není taková konkurence a neumožňuje adekvátní porovnání.

I.SP Eton

1.místo	Karsten Ekaterina	7:46,31	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:49,60	+3,29

II.SP Mnichov

1.místo	Karsten Ekaterina	7:58,82	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	8:03,06	+4,24

MS Gifu

1.místo	Karsten Ekaterina	7:48,35	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:51,69	+3,34

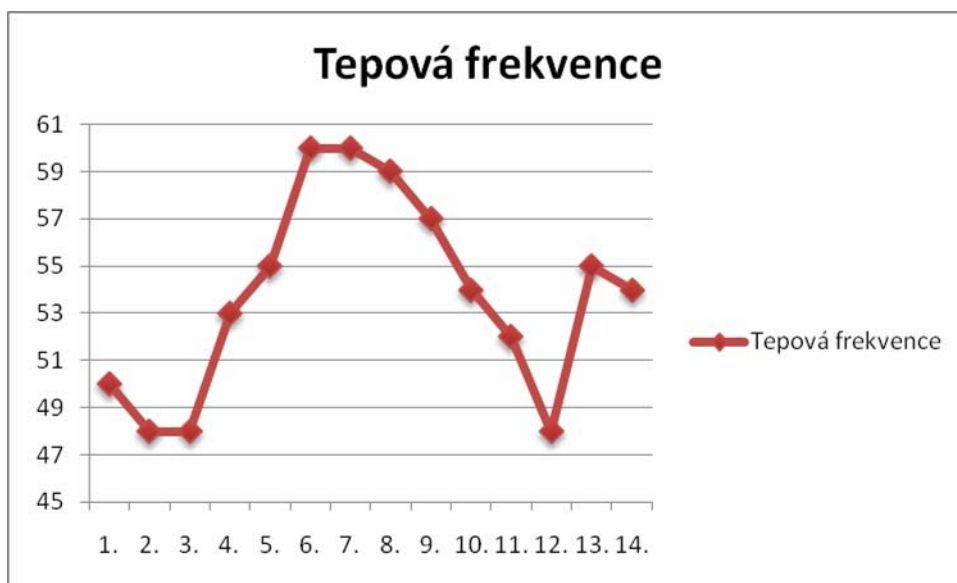
5.1.3 Vysokohorská příprava

Plán původně zahrnoval 3 vysokohorské VT. První VHT se uskutečnil v prosinci ve Svatém Mořici ve výšce 1800 m n.m. a trval 14 dní, druhý byl v délce 5 dní a konal se v půlce února v Passo di Pardo ve výšce 2200 m n.m. Jednalo se o nastartování hormonálních změn ve výšce. Náplň tohoto VT byla turistika. Třetí a závěrečný byl naplánován na poslední týden v červenci až do druhého týdne v srpnu. Ale z důvodů zdravotních potíží na přelomu června a červenci, kvůli kterým nemohl být absolvován potřebný intenzivní trénink, bylo potřeba tréninkový plán upravit a závěrečnou přípravu absolvovat v nížině.

5.1.4 Kontrola aktuálního stavu

V tomto roce jsme trénovali během tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce bez biochemického měření. Aktuální stav organismu jsme hodnotili podle ranní tepové frekvence a subjektivních pocitů. V grafu 2 je uveden příklad monitorování tepové frekvence během VHT ve Sv.Mořici. Lze vidět jak tepová frekvence do 6.dne stoupá a od 8.den začíná pomalu klesat opět dolů. Což odpovídá teoretickým podkladům.

Graf 2 - Tepová frekvence během VHT ve Sv.Mořici ve výšce 1800 m n. m.



V tabulce 6 můžeme vidět dynamiku hematologie během roku 2005. Po prvním tréninkovém kempu ve vyšší nadmořské výšce v prosinci byly hodnoty erytrocytů, hematokritu a hemoglobinu nejvyšší. V průběhu roku pak tyto hodnoty byly více méně vyrovnány, možná z důvodu, že již v druhé polovině RTC neproběhly žádné tréninkové kempy ve vyšší nadmořské výšce.

Tabulka 6 - Hematologie v roce 2005

	Leden	květen	červenec	srpen
Erytrocyty	4,68	4,54	4,48	4,58
Hematokrit	0,38	0,41	0,39	0,41
Hemoglobin	142	144	146	147
Oxihemoglobin	96	97	96	97

5.2 Období 2005 – 2006

5.2.1 Kalendářní plán akcí

Tabulka 7 – Kalendářní plán akcí za období 2005-2006

	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
1		1	1		1 LIVIGNO	1 6000m	1 Sabaudi	1	1 Slapy	1	1 MOŘIC	1
2		2	2	2 6000m	2 LIVIGNO	2	2 Sabaudi	2 Slapy	2 Slapy	2 mnichov	2 MOŘIC	2
3		3	3 ERG	3	3 LIVIGNO	3	3 Sabaudi	3 Slapy	3 Slapy	3 mnichov	3 MOŘIC	3
4		4	4 MOŘIC	4	4 LIVIGNO	4	4 Sabaudi	4 Slapy	4 Slapy	4	4 MOŘIC	4
5		5	5 MOŘIC	5	5	5	5 Sabaudi	5 Slapy	5 Slapy	5 SP SUI	5 MOŘIC	5
6		6	6 MOŘIC	6	6	6	6 Sabaudi	6 Slapy	6 Slapy	6 SP SUI	6	6
7		7	7 MOŘIC	7	7	7	7 Sabaudi	7 Slapy	7 Slapy	7 SP SUI	7	7
8		8	8 MOŘIC	8	8	8	8	8 Slapy	8 Slapy	8 SP SUI	8 ANP	8
9		9	9 MOŘIC	9	9	9 Sabaudi	9	9 Slapy	9 Slapy	9 SP SUI	9 Račice	9
10		10	10 MOŘIC	10	10	10 Sabaudi	10	10 Slapy	10 Slapy	10	10 Račice	10
11		11	11 MOŘIC	11	11	11 Sabaudi	11	11 Slapy	11 Slapy	11	11 Račice	11
12		12 6000m	12 MOŘIC	12	12	12 Sabaudi	12	12 Slapy	12 Slapy	12 Račice	12 Račice	12
13		13	13 MOŘIC	13	13	13 Sabaudi	13	13 Slapy	13 SP POL	13 Račice	13 Račice	13
14		14	14 MOŘIC	14	14	14 Sabaudi	14	14 Slapy	14 SP POL	14 Račice	14 Račice	14
15		15 ANP	15 MOŘIC	15 ERG	15	15 Sabaudi	15 Dl.tratě	15 Slapy	15 SP POL	15 MČR	15 Račice	15
16		16	16 MOŘIC	16	16	16 Sabaudi	16	16 Slapy	16 SP POL	16 MČR	16 Račice	16
17		17	17 MOŘIC	17	17	17 Sabaudi	17	17 Slapy	17 Slapy	17 Račice	17	17
18		18	18 MOŘIC	18	18	18 Sabaudi	18	18 Slapy	18	18 Račice	18	18
19		19	19 MOŘIC	19	19	19 Sabaudi	19	19	19	19	19	19
20		20	20 MOŘIC	20	20	20 Sabaudi	20	20	20	20	20 MS	20
21		21	21 MOŘIC	21	21	21 Sabaudi	21	21	21	21	21 MS	21
22		22	22 MOŘIC	22	22	22 Sabaudi	22	22 Račice	22	22	22 MS	22
23		23	23	23	23	23 Sabaudi	23 Račice	23 Račice	23	23 MOŘIC	23 MS	23 Primátor
24		24	24	24	24	24 Sabaudi	24 Račice	24 SP GER	24	24 MOŘIC	24 MS	24 Primátor
25		25	25	25	25	25 Sabaudi	25 Račice	25 SP GER	25	25 MOŘIC	25 MS	25
26		26	26	26	26	26 Sabaudi	26 Račice	26 SP GER	26	26 MOŘIC	26 MS	26
27		27	27	27	27	27 Sabaudi	27 Račice	27 SP GER	27	27 MOŘIC	27 MS	27
28		28	28	28 MČR erg	28	28 Sabaudi	28 Račice	28	28	28 MOŘIC	28	28
29		29	29	29 LIVIGNO	29	29 Sabaudi	29 KZ	29 Slapy	29	29 MOŘIC	29	29
30		30	30	30 LIVIGNO	30	30 Sabaudi	30 KZ	30 Slapy	30	30 MOŘIC	30	30
31		31	31	31 LIVIGNO	31	31 Sabaudi	31	31 Slapy	31	31 MOŘIC	31	31

Počet VT

V roce 2005/2006 bylo naplánováno 9 VT, z toho 3 VT vysokohorských. Strávila jsem 122 dní na VT a 30 dní na závodech.

Zaměření VT

- Sv. Mořic (1800 m n.m.) → VT se zaměřením na rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, zmnožení počtu červených krvinek.
- Livigno (1800 m n.m.) → VT se zaměřením na rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, zlepšení transportní kapacity krve, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru
- Sabaudie (0 m n.m.) → jarní rozveslování se zaměřením na rozvoj veslařské techniky a specifické veslařské kondice.
- Račice (367 m n. m.) → VT před kontrolními závody reprezentačního družstva. Rozvoj rychlosti, zkouška závodního tempa v závodní dráze.
- Slapy (308 m n.m.) → rozvoj veslařské techniky, speciální kondice pro veslování a psychická příprava pro závodní období
- Slapy (308 m n.m.) → Rozvoj silové vytrvalosti, anaerobní kapacity, rychlosti, nácvik taktiky, dále rozvoj a stabilizace závodní výkonnosti
- Račice (367 m n.m.) → Nácvik taktiky, rozvoj anaerobní kapacity, nácvik jízdy v závodní dráze.
- Sv. Mořic (1800 m n.m.) → vysokohorský VT, speciální příprava, která má za cíl vyladit formu před vrcholnou soutěží
- Račice (367 m n.m.) → reaktimizace po návratu z výšky, rozvoj rychlosti, nácvik závodního tempa a vyladění před MS

Rozsah VT vysokohorských

Plán zahrnuje 3 vysokohorské VT a každé z nich trvalo minimálně 14 dní. Kvůli nemoci druhý vysokohorský VT musel být v průběhu zrušen.

První dva vysokohorské VT byly plánovány, tak aby v přípravném období rozvíjeli především aerobní procesy a vysokohorský VT vedl ke zlepšení vytrvalostních schopností na úrovni moře a umožnil tak po návratu z výšky trénovat efektivněji.

Vysokohorský VT těsně před soutěží jsme se rozhodli proto, abychom využili výhod fyziologických změn v organismu, především pak změn v krvi jako je nárůst červených krvinek a hemoglobinu. Byl naplánován tak, aby konec tohoto VT končil 14 dní před zahájením MS.

5.2.2 Tréninkové ukazatele

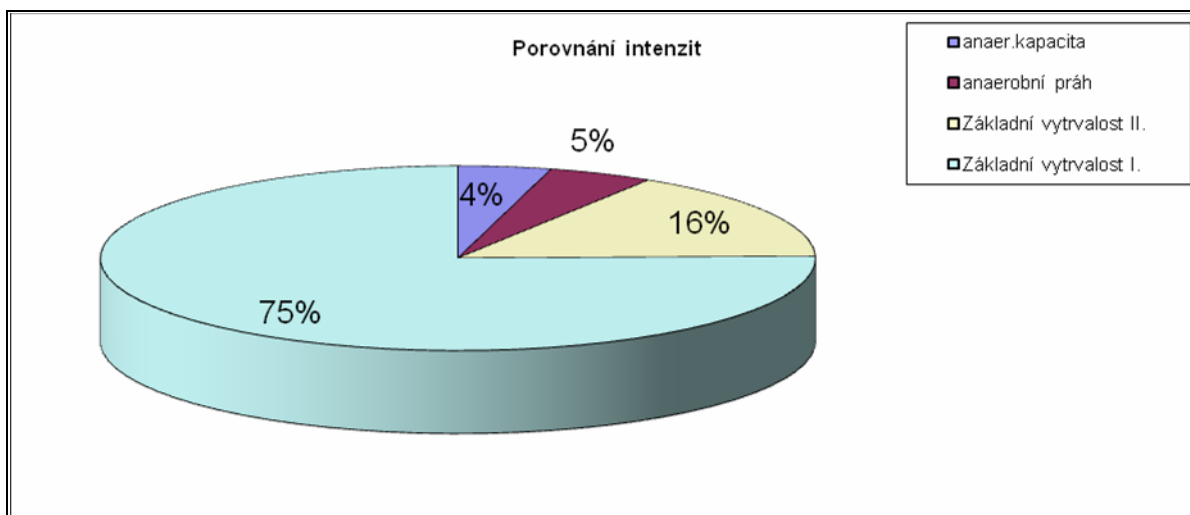
Tabulka 8 – Tréninkové ukazatele za rok 2005/2006

Jméno	Veslování (km)	Veslování (min)	Posilování (min)	Ostatní (min)	Celkem (hod)	Nemoc (dny)
Plán	5 900	29 500	8 400	9 840	795	-
Mirka Knapková	3 786	20 379	3 665	8 896	549	27

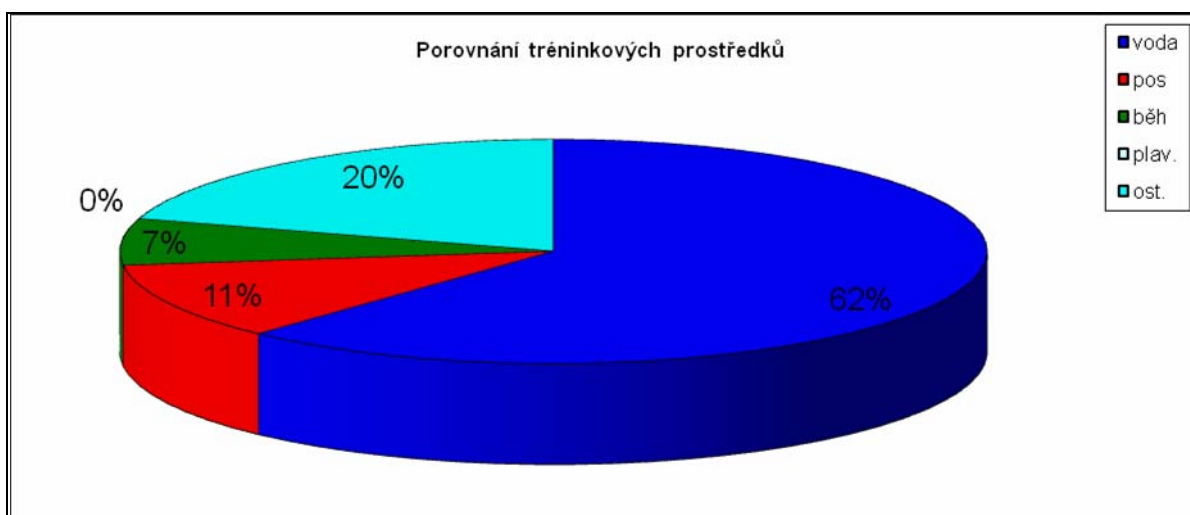
Tabulka 9 - Tréninkové ukazatele po mezocyklech v roce 2005/2006

zpátky	min.	km.	min.	min.	min.	min.	min.	min.	min	km	min.	min.	hod.	1	hod.	dni.	dni.	1	1	
	1		2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	voda	anaer.	ANP	vytr.I.	vytr.II.	pos	sp.	běh	běh	BT	blav	ost.	hod.	tr.	reg.	nemoc	VT	TD	závody	
MC	celk.	km.	TF:180-200	TF:165-180	F:150-16	135-150	celk.	pos.	celk.	celk.	0	dop.	tr.	jed.	0	0	0	0	0	
1	1417	278	0	46,5	802	569	545	0	309	47	0	0	220	41,52	37	0	0	0	23	0
2	1019	219,2	34,0	95	146	746	805	0	281	193	0	0	745	47,50	37	1	0	7	21	1
3	996	204,5	61	36	146	753,5	675	0	368	303	0	0	1060	51,65	38	0	0	11	20	0
4	865,5	180	111,5	25	114	615	255	0	180	36	0	0	250	25,84	26	1	7	7	17	2
5	607	122	0	22	200	385	150	0	0	0	0	0	70	13,78	14	0	14	0	11	0
6	2733	485	110	86	290	2247	375	0	301	58	0	0	95	58,40	47	1,5	5	25	20	0
7	2675	460,5	122	179	273,5	2100,5	310	0	172	35	0	0	45	53,37	39	1	0	10	23	1
8	2599	468,5	150	177	243	2029	190	0	336	67	0	0	181	55,10	47	3,5	0	19	22	1
9	2115,5	368,5	101	106	301,5	1770	120	0	165	33	0	0	681	51,36	47	3	0	15	25	1
10	1727	320	97	79	357	1194	240	0	25	5	0	0	687	44,65	41	7,5	0	6	21	2
11	2755	501,8	34	94	242	2385	0	0	0	0	0	0	525	54,67	44	5	1	22	24	1
12	550	106	23	10	0	517	0	0	70	14	0	0	2130	45,83	29	0	0	0	16	2
13	320	72	20	20	120	160	0	0	0	0	0	0	0	5,33	0	0	0	0	0	0
suma	20379	3786	863,5	975,5	3235	15471	3665	0	2207	791	0	0	6689	549,00	446	23,5	27	122	243	11
hod.	339,65	63,10	14,39	16,26	53,92	257,85	61,08	0,00	36,78	13,18	###	###	111,48	9,15	7,43	0,39	0,45	2,03	4,05	0,18
hod.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0

Graf 3 - Porovnání intenzit ve veslování v roce 2005/2006



Graf 4 – Porovnání tréninkových prostředků



Výsledky závodů 2006

I.SP Mnichov

1.místo	Karsten Ekaterina	7:30,40	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:34,30	+3,90

II.SP Poznaň

1.místo	Karsten Ekaterina	7:14,35	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:15,73	+1,38

III.SP Luzern

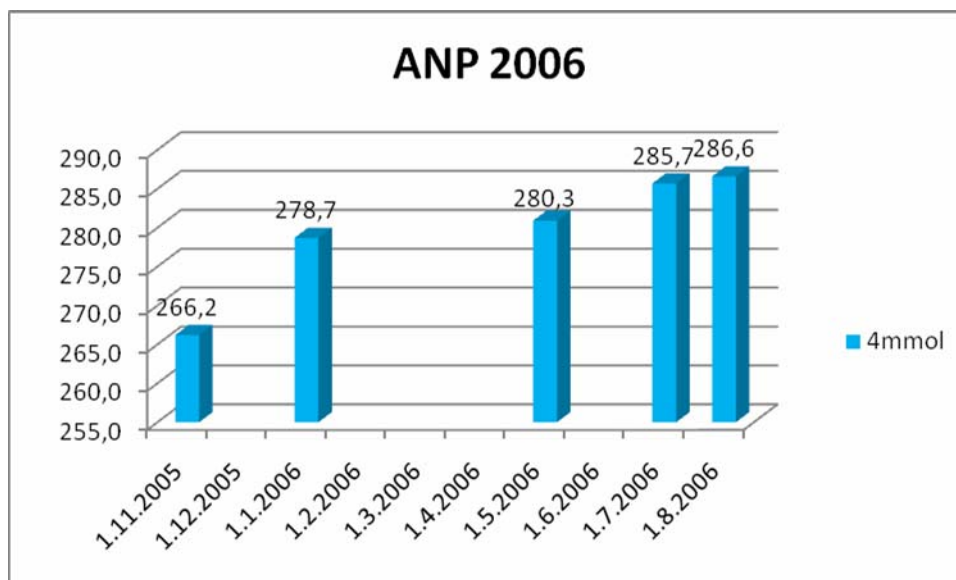
1.místo	Karsten Ekaterina	7:25,19	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:27,75	+2,54

MS Eton

1.místo	Karsten Ekaterina	7:11,02	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:15,02	+4,00

Výsledky testu ANP

Graf 5 – Test ANP



5.2.3 Vysokohorská příprava

První vysokohorský VT v tréninkovém roce 2005/2006 proběhl ve Sv.Mořici ve výšce 1800 m n.m. a trval 18dní. Trénink byl zaměřen na rozvoj vytrvalostních schopností, použity byly především nesespecifické tréninkové prostředky jako je běžecké lyžování. Pro udržení silové vytrvalosti byl také používán veslařský trenažér a posilovna.

Druhý vysokohorský VT se měl konat v únoru, ale z důvodů nemoci musel být ukončen po prvním týdnu pobytu ve vysokohorském prostředí. Potvrdilo se všeobecné pravidlo, že do výšky se má jezdit ve 100% zdravotním stavu.

Třetí vysokohorský VT se naplánoval tak aby skončil 14 dní před začátkem MS. Trval 14 dní a jako tréninkový prostředek bylo použito veslování a jízda na kole. Během tohoto VT byly natrénovány tyto hodnoty:

5.2.4 Kontrola aktuálního stavu

Výběr parametrů při pobytu ve vyšší nadmořské výšce zahrnoval především základní ukazatele vnitřního prostředí. Byla hodnocena skupina parametrů souvisejících s pH a parciálními tlaky krevních plynů, skupina iontů Na, K, Cl, Ca a parametry související s oxidací hemoglobinu (tHb, SO₂, Hct), viz. tabulka 10 - vysvětlení zkratk v příloze. Základem pro hodnocení aktuálního stavu je u této skupiny stabilizace hodnot na úrovni odpovídající konkrétní nadmořské výšce.

Stejně jako při všech biochemicky monitorovaných trénincích a pobytech byla hodnocena individuální hladina glykemie a laktátu, urey, a jaterních enzymů. Základem pro hodnocení bylo porovnání s individuálními hodnotami v normální nadmořské výšce a dynamika (ráno, večer). Výsledky byly využívány ke korekci plánované přípravy.

Etapová biochemická kontrola (tabulka 11) pak zahrnovala běžné spektrum hematologických parametrů, jejichž hodnocení využívalo následující škálu klinické biochemie.

Hodnoty hematologie během celého RTC mírně stoupají s tím, že nejvyšší hodnoty jsou po posledním tréninkovém kempu ve vyšší nadmořské výšce (tabulka 12).

Tabulka 10 – Biochemická analýza během tréninku ve vyšší nadmořské výšce

9. - 16.12.2006							
	Mořic	Mořic	Mořic	Mořic	Mořic	Mořic	Mořic
	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT
	10.12.-7,17	12.12.-7,16	13.12.-7,16	14.12.-7,15	14.12.-20,066	15.12.-7,15	Celkem
pH	7,45	7,49	7,48	7,47	7,48	7,46	7,47
pCO2	4,5	4,4	4,5	4,8	4,6	4,5	4,55
pO2	9,1	9,6	9,3	8,9	8,0	8,9	8,97
BE	-0,1	2,0	1,8	2,5	2,0	0,4	1,43
tCO2	24,2	25,8	25,9	27,0	26,1	24,7	25,62
HCO3	23,2	24,8	24,8	25,9	25,1	23,6	24,57
BB	47,7	49,6	49,5	50,3	49,6	47,9	49,10
BEact	0,4	2,7	1,4	3,0	2,5	0,9	1,82
BEecf	-0,7	1,5	1,3	2,3	1,6	-0,2	0,97
stHCO3	24,3	26,1	25,9	26,5	26,0	24,6	25,57
stpH	7,408	7,438	7,435	7,444	7,437	7,414	7,43
c++	35,09	32,22	33,13	33,57	33,06	34,74	33,64
tHb	145	140	141	144	141	139	141,67
SO2	95	96	94	93	92	95	94,17
Hct©	43	42	42	43	42	42	42,33
SO2©	94	96	95	94	93	94	94,33
AaDO2	1,57	1,22	1,50	1,90	2,82	1,94	1,83
O2Ct	8,6	8,4	8,3	8,5	8,1	8,3	8,37
Na	140	140	141	141	141	141	140,67
K	4,4	4,3	4,1	4,0	3,9	4,1	4,13
Cl			110,0			111,0	110,50
AnGap			11,6			10,6	11,10
Ca	1,23	1,18		1,21	1,16		1,20
nCa	1,26	1,24		1,25	1,21		1,24
U	5,0	4,9	6,3	5,3	7,1	5,1	5,62
CK	1,58	2,45	2,97	3,40	4,73	3,12	3,04
Glyk	4,54	4,06	3,88	3,99	3,96	4,10	4,09
LA	0,83	0,74	0,70	1,47	1,32	0,70	0,96
T-BIL	14	28	25	24	22	27	23,33
GOT	0,41	0,63	0,67	0,74	0,77	0,69	0,65
GPT	0,17	0,34	0,45	0,46	0,48	0,46	0,39
T-CHOL	3,99	4,16	3,86	3,82	4,18	3,83	3,97
T-PRO	69	78	71	68	74	66	71,00
LDH	6,67	9,04	5,95	5,65	8,62	5,14	6,85

Tabulka 11 – Krevní obraz a biochemické vyšetření

Materiál čí	1	Datum	3.5.2006	CASRI PRAHA
Jméno	Knapková Miroslava			
Narozen		Rodné číslo:		
Ž	MS4			
Název vyšetření	Výsledek	Jednotka	Referenční	Hodnocení
Krevní obraz				
WBS leukocyty	4,47	m / mm ³	4,0-10,0	(X)
Lym lymfocyty	2		1,200-4,000	(X)
Mon monocyty	0,1		0,1000-1,400	(X)
Gra granulocyty	2,4		1,700-7,500	(X)
RBC erythrocyty	4,64	m / mm ³	4,5-6,5	(X)
MCV stf. obj. erytr.	91,2	fl	76-97	(X)
Hct hematokrit	0,42		0,38-0,54	(X)
MCH ob. HB v erytro.	31,2	pg	27-33	(X)
MCHC konc. HB v ery	342	g / l	320-370	(X)
RDW rozložení erytr	8,3		11,6-14	X()
HB hemoglobin	145	g / l	130-180	(X)
THR(PLP) trombocyty	221	m / mm ³	140-440	(X)
MPV stf. obj. tromb.	11	fl	7,8-11,0	(X)
Název vyšetření	úvn	Jednotka	Referenční	Hodnocení
Biochemické vyšetření				
Celkový bilirubin	17,2	μmol/l	1,7-21,0	(X)
DBIL-Přímý bilirubin	3,3	μmol/l		
CK-NAC	1,89	μkat/l	0,0-2,75	(X)
ALT (GPT)	0,68	μkat/l	0,0-0,53	() x
AST (GOT)	0,56	μkat/l	0,0-0,52	() x
ALP		μkat/l	0,75-2,2	(X)
GMT		μkat/l	0,07-0,47	(X)
Glukóza	4,47	mmol/l	3,9-6,4	(X)
Kreatinin	73	μmol/l	50-80	(X)
Močovina (UREA)	3,9	mmol/l	1,7-8,3	(X)
Kyselina močová	275	μmol/l	140-340	(X)
Bílkovina	61,3	g/l	62-85	X()
Albumin	40	g/l	35-53	(X)
Cholesterol		mmol/l	0,0-5,2	(X)
Triacylglyceroly		mmol/l	0,85-1,95	(X)
HDL - cholesterol		mmol/l	1,1-1000	(X)
Hořčík	0,81	mmol/l	0,8-1,0	(X)
Chloridy	106	mmol/l	95-106	(X)
Vápník	2,26	mmol/l	2,1-2,6	(X)
Železo	12,7	μmol/l	6,6-26,0	(X)
Fosfor		mmol/l	0,81-1,55	(X)
Sodík	138	mmol/l	136-144	(X)
Draslík	3,8	mmol/l	3,7-5,5	(X)

Tabulka 12 - Hematologie v roce 2006

	leden	květen	červenec	srpen
Erytrocyty	4,58	4,64	4,68	5,15
Hematokrit	0,41	0,42	0,42	0,47
Hemoglobin	142	145	149	154
Oxihemoglobin	97	97	97	98

5.3. Období 2006 – 2007

5.3.1 Kalendářní plán akcí na tréninkový rok 2006/2007

Tabulka 13 – Kalendářní plán akcí v období 2006-2007

Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září
1	1	1	1 Mořic	1	1	1 J.A.R.	1 Sevilla	1 Račice	1 SP Linz	1	1 Slapy	1 MS GER
2	2	2	2 Mořic	2	2	2 J.A.R.	2 Sevilla	2 Račice	2 SP Linz	2	2 Slapy	2
3	3	3	3 Mořic	3	3	3 J.A.R.	3 Sevilla	3 Račice	3 SP Linz	3	3 Slapy	3
4	4	4	4 Mořic	4	4	4 J.A.R.	4 Sevilla	4 Račice	4 HORY	4	4 Slapy	4
5	5	5	5 Mořic	5	5	5	5 Sevilla	5 KZ	5 3000m	5	5 Slapy	5
6	6	6	6 Mořic	6	6	6	6 Sevilla	6 KZ	6 HORY	6	6 Slapy	6
7	7	7	7 Mořic	7	7	7	7 Sevilla	7	7 HORY	7	7 Slapy	7
8	8	8	8 Mořic	8	8	8	8	8	8 HORY	8	8 Slapy	8
9	9	9	9 Mořic	9	9	9	9	9	9 Primátor	9	9 Slapy	9
10	10	10	10 Mořic	10	10 MČR	10	10	10	10 Primátor	10	10 Slapy	10
11	11	11	11 Mořic	11	11 ERGO	11	11	11	11	11 SP SUI	11	11
12	12 Račice	12	12 Mořic	12	12	12	12	12	12	12 SP SUI	12	12
13	13 Račice	13	13 Mořic	13	13	13	13	13	13	13 SP SUI	13 Račice	13
14	14 ČIKO CUB	14	14 Mořic	14 ERGO	14 J.A.R.	14	14 MČR	14	14	14 SP SUI	14 Račice	14
15	15 Zadov	15	15 Mořic	15	15 J.A.R.	15 ANP	15 dl.trat'	15	15	15 SP SUI	15 Račice	15
16	16 Zadov	16	16 Mořic	16 ANP	16 J.A.R.	16	16	16	16	16 HORY	16 Račice	16
17	17	17	17 Mořic	17	17 J.A.R.	17 Sevilla	17 ANP	17	17	17 3000m	17 Račice	17
18	18	18	18 Mořic	18	18 J.A.R.	18 Sevilla	18	18	18	18 HORY	18 Račice	18
19	19	19	19	19	19 J.A.R.	19 Sevilla	19	19	19	19 HORY	19 Račice	19
20	20	20 ANP	20	20	20 J.A.R.	20 Sevilla	20	20	20	20 HORY	20 Račice	20 ME POL
21	21	21 ONDRÁK	21	21	21 J.A.R.	21 Sevilla	21	21	21	21 MČR	21 Račice	21 ME POL
22	22	22	22	22	22 J.A.R.	22 Sevilla	22	22	22	22 MČR	22 Račice	22 ME POL
23	23 Primátor	23	23	23	23 J.A.R.	23 Sevilla	23	23	23	23	23 Račice	23 ME POL
24	24 Primátor	24	24	24	24 J.A.R.	24 Sevilla	24	24	24	24	24 Račice	24
25	25	25 ERGO	25	25	25 J.A.R.	25 Sevilla	25	25	25 ANP	25	25	25
26	26	26	26	26	26 J.A.R.	26 6000m	26	26	26	26	26 MS GER	26
27	27	27 6000m	27	27 ERGO	27 J.A.R.	27 Sevilla	27	27 Račice	27	27 Slapy	27 MS GER	27
28	28	28	28	28	28 J.A.R.	28 Sevilla	28	28	28	28 Račice	28 Slapy	28 MS GER
29	29	29	29	29	29	29 Sevilla	29 Račice	29 Račice	29	29 Slapy	29 MS GER	29
30	30	30 Mořic	30	30	30	30 Sevilla	30 Račice	30 Račice	30	30 Slapy	30 MS GER	30
31	31	31	31	31	31	31 Sevilla	31	31 SP Linz	31	31 Slapy	31 MS GER	31

Počet VT

V roce 2006/2007 bylo naplánováno 9VT, z toho 4VT vysokohorských (VHT).
Strávila jsem 107 dní na VT a 33 dní na závodech.

Zaměření VT

- Račice (367 m n.m.) → testování lodí

- Sv. Mořic (1800 m n.m.) → rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, rozvoj všeobecné kondice a rozvoj aerobních procesů, zmnožení počtu červených krvinek.

- Bethlehem (1800 m n.m.) → VT se zaměřením na rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, rozvoj všeobecné kondice, zlepšení transportní kapacity krve, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru

- Sevilla (6 m .n.m.) → jarní rozveslování se zaměřením na rozvoj veslařské techniky a specifické veslařské kondice.

- Račice (367 m n.m.)→ VT před kontrolními závody reprezentačního družstva. Rozvoj rychlosti, zkouška závodního tempa v závodní dráze.

- Račice (367 m n.m.)→ VT před I.SP. Rozvoj rychlosti, zkouška závodního tempa v závodní dráze.

- Diavolezza → krátkodobý pobyt ve 3000 m n.m., nastartování hormonálních změn spojený z hypoxickým prostředím (erythropoetin).

- Slapy (308 m n.m.)→ Rozvoj silové vytrvalosti, anaerobní kapacity, rychlosti, nácvik taktiky, dále rozvoj a stabilizace veslařské techniky

- Račice (367 m n.m.)→ Nácvik taktiky a závodního tempa, rozvoj anaerobní kapacity, nácvik jízdy v závodní dráze.

Rozsah VT vysokohorských

Plán zahrnoval 4 vysokohorské VT. První dva byly plánovány v přípravném období a trvaly 20 dní. Dalších dva vysokohorské VT byly umístěny v závodním období a se jednalo se o expozice vysokohorskému prostředí po dobu 5 dní ve výšce 3000 m n. m. Během tohoto krátkodobého výstupu se spustí řada adaptačních

mechanismů, které můžeme zužitkovat při tréninku v nížině. Získáme tak čas navíc pro intenzivní trénink v nížině před MS.

5.3.2 Tréninkové ukazatele

Tabulka 14 – Tréninkové ukazatele v období 2006/2007

Jméno	Veslování (km)	Veslování (min)	Posilování (min)	Ostatní (min)	Celkem (hod)	Nemoc (dny)
Plán	5 900	29 500	8 400	9 840	795	-
Mirka Knapková	4 193	21 360	3 740	9 393	575	39

Výsledky závodů 2007

I.SP Linz

1.místo	Karsten Ekaterina	7:28,39	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:31,00	+2,61

III.SP Luzern

1.místo	Karsten Ekaterina	7:25,78	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:28,42	+2,64

MS Mnichov

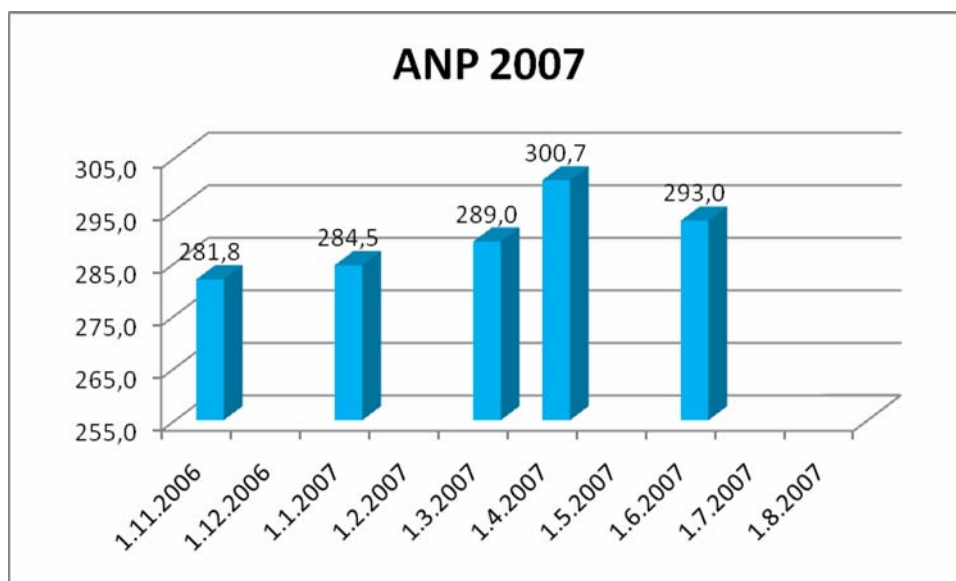
1.místo	Karsten Ekaterina	7:26,53	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:28,67	+2,14

ME Poznaň

1.místo	Neyková Rumyana	7:36,23	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:39,46	+3,23

Výsledky testů ANP

Graf 6 – Test ANP



Výsledky testů na veslařském trenažeru ConceptII

Tabulka 15 – Test na veslařském trenažeru (2000m, 6000m)

2000m	5.den před odjezdem do Sv. Mořice	6:47,3
2000m	27.den po návratu ze Sv. Mořice	6:42,6
2000m	46.den po návratu ze Sv. Mořice	6:45,6
6000m	19.den po návratu z Bethlehemu	21:18,1

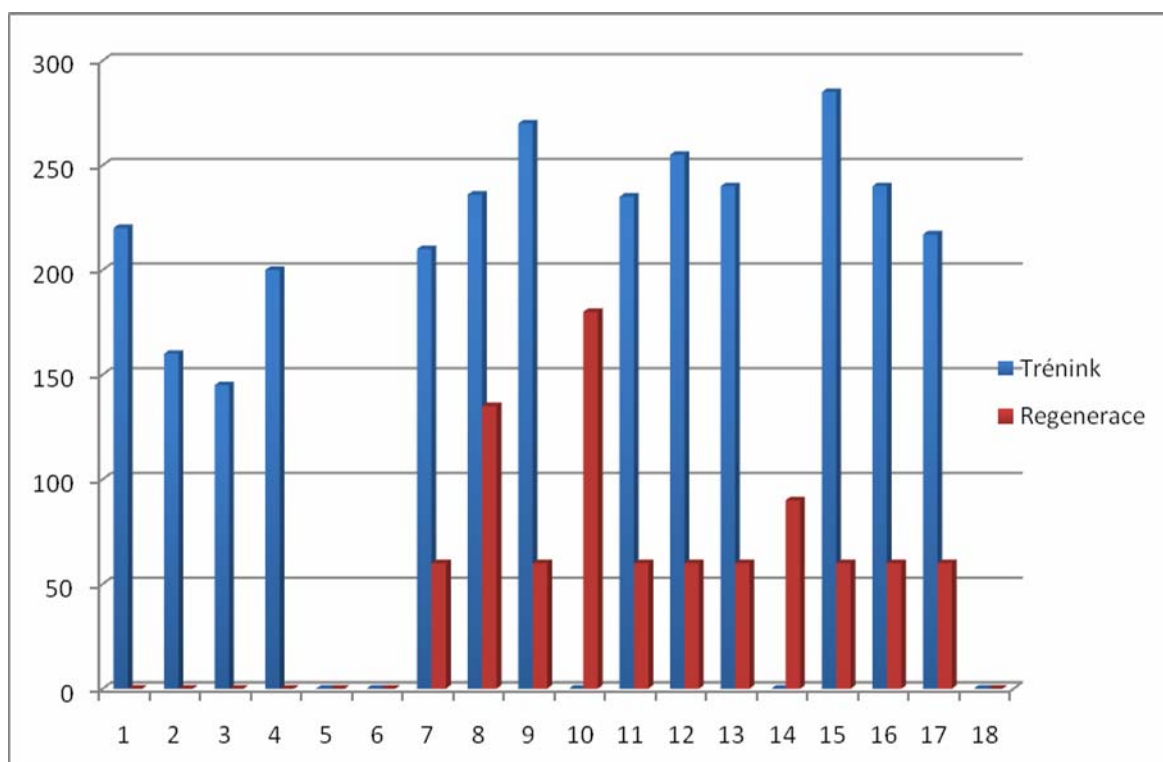
5.3.3 Vysokohorská příprava

První vysokohorský VT byl umístěn na začátku přípravného období a trval 19 dní. VT se odehrával ve Sv.Mořici ve výšce 1800 m n.m. Trénink byl zaměřen na rozvoj vytrvalostních schopností a všeobecné kondice. Jako hlavní tréninkové

prostředky byly použity běh na lyžích a jízda na veslařském trenažéru. 8.den až 11.den jsem ze zdravotních důvodů měla absenci v tréninku.

Druhý vysokohorský VT byl naplánován dva měsíce po prvním v délce trvání 20 dní. Místo VT bylo v Jihoafrické republice, v malém městečku Bethlehem, které leží v nadmořské výšce 1780 m n.m. V měsíci únor a březen jsou zde vhodné klimatické podmínky pro trénink. Teplota vzduchu je okolo 30°C. Tento vysokohorský VT byl zaměřen na rozvoj všeobecné kondice v nadmořské výšce, především na rozvoj základní a silové vytrvalosti, zlepšení transportní kapacity krve, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru. Jako tréninkové prostředky byly použity běh, kolo, posilovna a veslařský trenažér. V příloze uvádím příklad tréninkového plánu během vysokohorského VT v Bethlehemu.

Graf 7 - Tréninkové zatížení a regenerace v Bethlehemu (1 780 m n.m.)



Graf ukazuje tréninkové zatížení a regeneraci v minutách po dni. Pátý a šestý den se vyskytla nevolnost, možná důsledek neadekvátního zatížení první dny po příjezdu. Sedmý den pobytu přijela fyzioterapeutka a zajistila potřebnou regeneraci po zbytek pobytu.

Třetí vysokohorský VT byl umístěn v závodním období a to po prvním SP. Zvolené místo byl hotel Diavolezza, který leží ve 3000 m n.m. Pobyt byl naplánovaný na 5 dní s tím, že již v takové výšce je obtížné provádět intenzivnější práci a proto jsme jako tréninkový prostředek zvolili turistiku v této nadmořské výšce.

Čtvrtý vysokohorský VT měl plnit stejnou funkci jako třetí. Krátkodobá expozice vysokohorskému prostředí ve výšce 3000 m n.m. Tento VT byl umístěn asi měsíc a půl po předcházejícím VT a po posledním SP.

5.3.4 Kontrola aktuálního stavu

Změny produkce erythropoetinu (EPO) je jeden ze základních projevů aklimatizace. Pro objektivní hodnocení aktuálního stavu jsme ve spolupráci s odborníky sledovali hladinu EPA v prvních 3 dnech pobytu ve výšce 1800m (tabulka 16). Maximální hodnoty byly zjištěny 23.hodinu. Obecně se uvádí, že první reakce je již od 1 hodiny a maximální produkce EPA je mezi 10 až 30 hodinou po příjezdu do vyšší nadmořské výšky.

Tabulka 16 - Dynamika EPA během tréninku v nadm.výšce 1800m

Datum	4.12.	4.12.	5.12.	5.12.	6.12.
Hodina	8,00	20,00	8,00	20,00	8,00
Délka pobytu	11 hod	23 hod	35 hod	47 hod	59 hod
KNAPKOVÁ	8,4	23,3	16,9	17	14,5

Během tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce, který se konal v Jihoafrické republice ve vesnici Bethlehem (1780 m) z technických důvodů nebylo možné měřit hodnoty spojené s adaptací na toto prostředí. Měřili jsme však parametry pro řízení tréninku a regenerace, které pro nás v danou chvíli byly podstatnější.

Hodnocena byla hladina glykemie, které byla v předpokládaných hodnotách 4,5 – 5,5. (viz tabulka 17) Dále hladina krevního laktátu (ranní do 1 mmol/l, večerní do 2 mmol/l). Dynamika hladiny urey byla průběžně sledována s předpokládanými večerními hodnotami do 10 mmol/l a pokles do rána o cca 15 % a po dni volna o 30 %. Celkový bilirubin byl hodnocen vzhledem k individuální průměrné hodnotě s tím, že při zhoršené regeneraci jsou ranní hodnoty vyšší než večerní. Hladina enzymů

dokumentovala denní intenzitu tréninku s tím, že byl hodnocen pokles večerních hodnot do rána a při odpočinku v procentech s konkrétní hodnoty.

Tabulka 17 - Dynamika klidových hodnot (ráno a večer) ve výšce 1780 m

Bethlehem																
21.2.-4.3.2007																
	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem	Bethlehem
	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT
	21.2.-19,30	22.2.-19,30	23.2.-19,30	24.2.-7,00	24.2.-19,30	26.2.-7,00	26.2.-20,10	27.2.-19,30	28.2.-7,00	28.2.-20,10	2.3.-7,00	2.3.-20,30	3.3.-7,00	3.3.-20,00	4.3.-7,00	Celkem
Glyk	5,0	4,6	4,7	4,6	4,5	4,6	4,5	5,1	4,6	5,0	4,8	5,0	4,5	5,0	4,6	4,74
LA	0,9	0,9	1,4	0,5	1,3	0,9	1,0	1,1	0,5	0,9	1,0	0,9	0,5	1,2	0,5	0,90
U	4,2	7,1	7,2	5,3	9,2	5,3	9,2	10,2	7,4	9,2	6,6	10,2	7,8	9,1	6,3	7,62
T-BIL	14	13	12	13	17	11	13	14	15	15	15	13	15	13	15	13,87
GOT	0,71	1,16	1,53	1,23	1,55	0,89	1,01	1,00	0,76	0,89	0,67	0,83	0,72	1,10	0,94	1,00
GPT	0,48	0,58	0,72	0,55	0,68	0,55	0,59	0,62	0,48	0,51	0,46	0,49	0,41	0,80	0,48	0,56
LDH	7,23	9,01	8,01	7,85	11,77	7,70	9,92	9,20	7,43	8,79	7,63	8,92	7,08	9,65	8,74	8,60
CK	2,83	10,80	11,78	8,17	11,03	4,76	6,88	6,80	4,69	5,10	2,76	6,75	6,04	9,65	7,01	7,00

Španělská Sevilla leží v nižších nadmořské výšce. Během VT v Seville byly hodnoceny jednotlivé parametry (tabulka 18) stejně jako při všech VT, tzn. parametry důležité pro řízení tréninkového procesu. Vzhledem k zaměření přípravy na vodě u ury předpoklad vzestupu hodnot k 8 mmol/l.

Tabulka 18 - Klidové hodnoty ráno a večer během VT v Seville

2006 - 2007														
SEVILLA														
21.3.-2.4.2007														
	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla	Sevilla
	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT
	21.3.-21,00	22.3.-21,00	23.3.-21,00	25.3.-7,30	25.3.-21,00	26.3.-21,00	27.3.-21,00	29.3.-7,30	29.3.-21,00	30.3.-21,10	31.3.-21,00	2.4.-7,31	Celkem	
U	6,6	7,4	8,0	5,8	6,6	8,2	6,9	5,7	9,3	9,0	8,1	6,4	7,33	
Glyk	4,9	6,3	5,2	4,6	5,5	5,6	5,0	4,6	5,0	5,6	5,2	4,8	5,19	
LA	1,3	1,3	1,1	0,6	0,9	2,2	1,7	1,2	1,2	1,2	1,4	1,0	1,26	
T-BIL	14	13	15	13	15	10	13	19	14	17	17	13	14,42	
GOT	1,01	0,94	0,93	0,57	0,89	0,79	0,82	0,65	0,84	0,88	0,90	0,55	0,81	
GPT	0,55	0,62	0,57	0,37	0,67	0,53	0,57	0,43	0,50	0,48	0,60	0,40	0,52	
LDH	6,53	6,59	6,87	5,01	7,11	6,61	7,73	5,41	6,86	8,16	7,61	5,52	6,67	
CK	9,41	7,41	5,42	2,48	5,88	5,85	5,26	3,05	5,95	5,98	4,85	2,70	5,35	

Interpretace jednotlivých parametrů při soutěžích byla postavena na sledování stability celého biochemického spektra. Jak je zřejmé z uvedených výsledků v tabulce 19, nebyly v žádné skupině parametrů výraznější změny a celý pobyt se dařilo proces regenerace plně zabezpečit.

Tabulka 19 - Ranní klidové hodnoty během SP v Rakousku

	30.5. - 3.6.2007			
	Ottensheim	Ottensheim	Ottensheim	Ottensheim
	SP	SP	SP	SP
	31.5.-7,58	1.6.-6,58	2.6.-7,27	3.6.-6,25
pH	7,47	7,48	7,47	7,48
pCO ₂	5,0	4,6	5,0	4,9
pO ₂	11,8	12,2	11,0	11,7
BE	3,4	1,9	3,0	4,0
tCO ₂	28,2	26,2	27,7	28,5
HCO ₃	27,0	25,1	26,6	27,4
BB	50,9	49,2	50,7	51,3
BEact	4,0	2,5	3,5	4,6
BEecf	3,4	1,5	2,9	4,0
stHCO ₃	27,1	25,9	26,8	27,6
stpH	7,456	7,436	7,450	7,463
c++	33,73	33,44	34,03	32,75
tHb	139	134	143	135
SO ₂	97	97	97	97
Hct©	42	40	43	41
SO ₂ ©	97	98	97	98
AaDO ₂	1,71	1,69	2,61	2,01
O ₂ Ct	8,5	8,2	8,7	8,2
Na	141	140	142	140
K	4,2	4,4	4,2	4,1
Cl	110,0	111,0	111,0	109,0
AnGap	7,6	7,8	8,4	7,5
CK	2,28	2,41	2,89	3,42
Glyk	5,11	4,70	4,85	4,53
LA	1,04	1,03	1,05	0,57
T-BIL	17,00	12,00	22,00	18,00
U	4,3	5,1	5,0	4,4
GOT	0,48	0,48	0,57	0,62
GPT	0,29	0,35	0,36	0,36
LDH	4,55	5,12	4,46	6,08

Během RTC 2006-2007 byly zařazeny dva krátkodobé pobyty ve výšce 3000m. Z tabulky 20 je patrné, že hodnoty hematologie jsou nejvyšší po absolvování těchto pobytů.

Tabulka 20 - Hematologie v roce 2007

	leden	květen	Červenec	Srpen
Erytrocyty	4,69	4,71	5,11	5,22
Hematokrit	0,41	0,41	0,42	0,47
Hemoglobin	144	145	151	155
Oxihemoglobin	97	97	98	98

5.4 Období 2007 – 2008

5.4.1 Kalendářní plán akcí

Tabulka 21 – Kalendářní plán akcí v období 2007-2008

říjen	listopad	prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	září
1	1	1 St.Moritz	1	1	1 J.A.R.	1 Avis	1 sabaudie	1 SP Poznaň	1	1 aklimat.	1
2	2	2 St.Moritz	2	2	2 J.A.R.	2 Avis	2 sabaudie	2	2	2 aklimat.	2
3	3	3 St.Moritz	3	3	3 J.A.R.	3 Avis	3	3	3	3 aklimat.	3
4	4	4 St.Moritz	4	4	4 J.A.R.	4	4	4	4	4 aklimat.	4
5	5	5 St.Moritz	5	5	5 J.A.R.	5	5	5	5	5 aklimat.	5
6	6	6 St.Moritz	6	6	6 J.A.R.	6	6	6	6	6 aklimat.	6
7	7	7 St.Moritz	7	7	7	7	7 SP Mnichov	7	7 sabaudie	7 aklimat.	7
8	8	8 St.Moritz	8	8	8	8	8 SP Mnichov	8	8 sabaudie	8 aklimat.	8
9	9	9 St.Moritz	9	9 erg MR	9	9	9 SP Mnichov	9	9 sabaudie	9 OH	9
10	10	10 St.Moritz	10	10	10	10	10 SP Mnichov	10	10 sabaudie	10 OH	10
11	11	11 St.Moritz	11	11	11	11	11 SP Mnichov	11	11 sabaudie	11 OH	11
12	12	12 St.Moritz	12	12 J.A.R.	12	12 MR DI.tr.	12	12	12 sabaudie	12 OH	12
13	13	13 St.Moritz	13	13 J.A.R.	13 Avis	13	13	13	13 sabaudie	13 OH	13
14	14	14 St.Moritz	14 Praha	14 J.A.R.	14 Avis	14	14	14	14 sabaudie	14 OH	14
15	15	15 St.Moritz	15	15 J.A.R.	15 Avis	15	15	15	15 sabaudie	15 OH	15
16	16	16 St.Moritz	16	16 J.A.R.	16 Avis	16 sabaudie	16	16	16 sabaudie	16 OH	16
17	17	17 St.Moritz	17	17 J.A.R.	17 Avis	17 sabaudie	17	17	17 sabaudie	17	17
18	18	18 St.Moritz	18	18 J.A.R.	18 Avis	18 sabaudie	18	18 SP Lucern	18 sabaudie	18	18 ME Atény
19	19	19 St.Moritz	19	19 J.A.R.	19 Avis	19 sabaudie	19	19 SP Lucern	19 sabaudie	19	19 ME Atény
20	20	20 St.Moritz	20 6000 m	20 J.A.R.	20 Avis	20 sabaudie	20	20 SP Lucern	20 sabaudie	20	20 ME Atény
21	21	21 St.Moritz	21	21 J.A.R.	21 Avis	21 sabaudie	21	21 SP Lucern	21 sabaudie	21	21
22	22	22	22	22 J.A.R.	22 Avis	22 sabaudie	22	22 SP Lucern	22 sabaudie	22	22
23	23	23	23	23 J.A.R.	23 Avis	23 sabaudie	23	23 MORIC	23 sabaudie	23	23
24	24	24	24	24 J.A.R.	24 Avis	24 sabaudie	24	24 MORIC	24 sabaudie	24	24
25	25	25	25	25 J.A.R.	25 Avis	25 sabaudie	25	25 MORIC	25 sabaudie	25	25
26	26	26	26	26 J.A.R.	26 Avis	26 sabaudie	26	26 MORIC	26 sabaudie	26	26
27	27	27	27	27 J.A.R.	27 Avis	27 sabaudie	27	27 MORIC	27 sabaudie	27	27
28	28	28	28	28 J.A.R.	28 Avis	28 sabaudie	28	28	28 sabaudie	28	28
29	29	29	29	29 J.A.R.	29 Avis	29 sabaudie	29	29	29 sabaudie	29	29
30	30	30	30		30 Avis	30 sabaudie	30 SP Poznaň	30	30 sabaudie	30	30
31		31	31		31 Avis		31 SP Poznaň		31	31	31

Počet VT

V posledním roce olympijského cyklu bylo naplánováno 7 VT, z toho 3 vysokohorské. Na VT jsem strávila 100 dní a na závodech 28 dní.

Zaměření VT

- Sv. Mořic (1800 m n.m.) → rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, rozvoj všeobecné kondice a rozvoj aerobních procesů, zmnožení počtu červených krvinek.

- Bethlehem (1800 m n.m.) → VT se zaměřením na rozvoj základní a silové vytrvalosti v nadmořské výšce, rozvoj všeobecné kondice, zlepšení transportní kapacity krve, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru

- Avis (30 m n.m.) → jarní rozveslování se zaměřením na rozvoj veslařské techniky a specifické veslařské kondice

- Sabaudia (0 m n.m.) → rozvoj veslařské techniky, silové vytrvalosti, ANP

- Diavolezza → krátkodobý pobyt ve 3000 m n.m., nastartování hormonálních změn spojený z hypoxickým prostředím (erythropoetin).

- Sabaudia → trénování v podobných klimatických podmínkách jako v Pekingu. Rozvoj silové vytrvalosti, anaerobní kapacity, rychlosti, nácvik taktiky a závodního tempa a dále a stabilizace veslařské techniky

Rozsah VT vysokohorských

Plán zahrnuje 3 vysokohorské VT. První dva jsou plánovány v přípravném období a trvají 20 dní. Poslední vysokohorský VT je umístěn v závodním období a se jedná se o expozice vysokohorskému prostředí po dobu 5 dní ve výšce 3000 m n.m. Během tohoto krátkodobého výstupu se spustí řada adaptačních mechanismů, které můžeme zužitkovat při tréninku v nížině. Získáme tak čas navíc pro intenzivní trénink v nížině před MS.

5.4.2 Tréninkové ukazatele

Tabulka 22 – Tréninkové ukazatele v roce 2007/2008

Jméno	Veslování (km)	Veslování (min)	Posilování (min)	Ostatní (min)	Celkem (hod)	Nemoc (dny)
Plán	5 900	29 500	8 400	9 840	795	-
Mírka Knapková	5860	29 300	7 110	8 830	753	3

Výsledky závodů 2008

I.SP Mnichov

1.místo	Karsten Ekaterina	8:17,54	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	8:20,95	+3,55

II.SP Luzern

1.místo	Karsten Ekaterina	7:24,99	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:26,48	+1,49

III.SP Poznaň

1.místo	Karsten Ekaterina	7:43,75	Rozdíl
2.místo	Knapková Mirka	7:46,21	+2,46

OH Peking

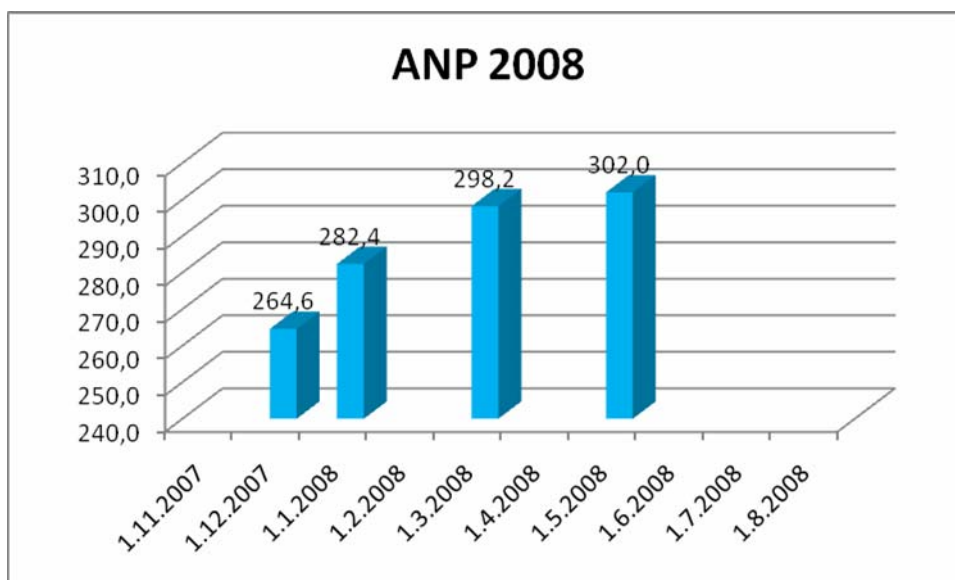
1.místo	Neyková Rummyana	7:22,34	Rozdíl
5.místo	Knapková Mirka	7:35,52	+13,18

ME Ateny

1.místo	Knapková Mirka	7:27,42	Rozdíl
2.místo	De Decker	7:34,04	+6,62

Výsledky testů ANP

Graf 8 – Test ANP



5.4.3 Vysokohorská příprava

První vysokohorský VT ve Sv. Mořici byl umístěn na začátku přípravného období a trval 21 dní. Trénink byl zaměřen na rozvoj vytrvalostních schopností a všeobecné kondice. Jako hlavní tréninkové prostředky byly použity běh na lyžích a jízda na veslařském trenažéru.

Druhý vysokohorský VT byl naplánován dva měsíce po prvním v délce trvání 25 dní. Místo VT bylo v Jihoafrické republice, ve městečku Bethlehem, které leží v nadmořské výšce 1780 m. V měsíci únor a březen jsou zde vhodné klimatické

podmínky pro trénink. Tento vysokohorský VT byl zaměřen na rozvoj všeobecné kondice v nadmořské výšce, především na rozvoj základní a silové vytrvalosti, zlepšení transportní kapacity krve, rozvoj speciální kondice na veslařském trenažéru. Jako tréninkové prostředky byly použity běh, kolo, posilovna a veslařský trenažér.

Třetí vysokohorský VT byl umístěn v závodním období. Zvolené místo byl hotel Diavolezza, který leží ve 3000m n.m. Pobyť byl naplánovaný na 5 dní s tím, že již v takové výšce je obtížné provádět intenzivnější práci a proto jsme jako tréninkový prostředek zvolili turistiku v této nadmořské výšce.

5.4.4 Kontrola aktuálního stavu

Kontrola aktuálního stavu organismu probíhala během VT v Portugalsku, které leží v nižších polohách. Stejně jako při všech ostatních pobytech spojených s důrazem na přípravu na vodě byla hodnocena dynamika všech parametrů (tabulka 23) s tím, že hladina urey měla dosahovat cca 7 mmol/l a dynamika enzymů neměla být příliš výrazná. To se prakticky v uvedeném období dařilo.

Tabulka 23 - Biochemické měření během VT v Portugalsku

2007 - 2008	AVIS										
20.3.- 2.4.2008											
	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS	AVIS
	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT
	20.3.-20,30	22.3.-7,00	24.3.-7,00	25.3.-21,30	26.3.-21,30	27.3.-7,45	29.3.-21,30	30.3.-21,30	31.3.-7,45	1.4.-7,10	Celkem
LA	1,47	1,03	1,33	0,99	1,23	0,98	1,52	1,32	1,02	0,79	0,90
GLY	5,79	5,87	5,94	5,46	4,47	5,12	5,43	3,95	5,41	4,68	4,01
U	7,7	4,8	4,5	6,0	5,4	4,8	7,8	7,0	6,8	5,6	4,65
T-BIL	17	18	16	13	13	21	12	15	15	17	12,08
GOT	0,62	0,46	0,52	0,57	0,56	0,52	0,68	0,68	0,55	0,54	0,44
GPT	0,36	0,23	0,31	0,30	0,34	0,26	0,41	0,41	0,31	0,28	0,25
LDH	7,48	4,97	4,92	5,88	5,10	5,29	5,52	5,87	5,69	6,47	4,40
CK	4,08	3,05	2,56	4,07	4,21	3,54	5,14	5,13	3,92	2,84	2,96

Stejně jako při všech soutěžích, byla hodnocena při finální účasti na OH v Pekingu stabilita všech parametrů (tabulka 24). Vzhledem ke zdravotnímu stavu se příprava v průběhu soutěže minimalizovala a naměřené hodnoty jsou spíše nižší, než běžně při soutěžích světového poháru či mistrovství světa.

Tabulka 24 - Biochemické měření během OH v Pekingu

7. - 29. 7. 2008											
	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking	Peking
	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH	LOH
	5.8.-7,20	6.8.-7,20	7.8.-7,30	8.8.-7,25	9.8.-19,45	10.8.-8,45	12.8.-9,30	13.8.-21,00	14.8.-8,50	15.8.-8,50	Celkem
Glyk	4,30	4,80	4,90	4,90	5,30	5,00	4,90	4,00	4,40	4,80	4,73
U	5,4	5,6	5,1	4,4	5,8	5,2	3,9	4,3	4,5	4,6	4,88
CK	2,98	2,73	2,78	2,70	2,87	2,47	2,59	3,33	2,81	2,44	2,77
T-BIL	12	14	16	16	11	15	14	10	12	13	13,30
GOT	0,45	0,45	0,45	0,46	0,44	0,43	0,47	0,52	0,40	0,40	0,45
GPT	0,26	0,30	0,32	0,33	0,28	0,28	0,25	0,31	0,20	0,20	0,27

Z hlediska porovnání tréninku ve vyšší nadmořské výšce a v nižších polohách, hodnoty v tabulce 25 ukazují, že jednoznačně podmínky pro trénink ve výšce jsou horší. Především hodnoty BE (úbytek bází, které ve výšce mohou jít až do záporných hodnot) a SO₂.

Tabulka 25 – Porovnání vnitřního prostředí ve výšce a v nížině

	Mořic	Diavolezza	Mořic	Průměr	Ottenshein	Lucern	Sabaudia	Průměr
	VT	VT	VT	Vyšší	SP	SP	VT	Normální
	12/2006	8/2007	12/2007	výšky	6/2007	7/2007	7/2008	výšky
pH	7,47	7,49	7,46	7,47	7,48	7,49	7,458	7,48
pCO ₂	4,55	4,30	4,32	4,39	4,88	5,00	5,2	5,03
pO ₂	8,97	8,15	8,37	8,50	11,68	11,67	11,78	11,71
BE	1,43	1,80	1,11	1,45	3,08	4,87	3,06	3,67
SO ₂	94,17	91,50	93,00	92,89	97,00	96,67	96,6	96,76

6. Diskuse

Během RTC je důležité rozvíjet různé fyziologické systémy a schopnosti. Ve veslování se jedná především o rozvoj aerobního základu, anaerobního prahu, $VO_2\text{max.}$, síly a rychlosti. Není však možné trénovat všechny potřebné komponenty tréninku najednou, a proto by měly být rozděleny do určitých období během roku. RTC se tedy rozděluje do určitých logických období, které mají specifické tréninkové cíle. Tréninkové pobyty ve vyšších nadmořských výškách je proto potřeba zařazovat do RTC tak, aby respektovali tréninkové úkoly a cíle určitého období.

Při plánování jsme vycházeli z teoretických poznatků Dovalil a kol. (1999) o zařazování tréninku ve vyšších nadmořských výškách do RTC. Absolvovat tři pobyty během veslařské sezóny. První dva v přípravném období a třetí pobyt zařazený tak, aby byl ukončen 14-21dnů před hlavním závodem nížině. Praxe však ukázala, že vhodnost zařazení 3týdenního pobytu ve vyšší nadmořské výšce v závodním období není úplně ideální. Hlavním důvodem byl fakt, že v tomto období je potřeba trénovat v intenzitách blízkým závodního tempa. Podle České veslařského svazu v tomto období by mělo být naveslováno kolem 130km týdně a podíl tréninku v určitých intenzitách by měl být následující:

Tréninková intenzita	% objemu	
Vytrvalost I	51 %	$\leq 2\text{mmol}$
Vytrvalost II	19 %	2 – 4mmol
Anaerobní práh	18 %	4 – 6mmol
Anaerobní zóna	12 %	$> 6\text{mmol}$

Splnění těchto tréninkových požadavků ve výšce je velmi obtížné. Fyziologické změny ve vyšších nadmořských výškách nejsou natolik velké, aby nahradily snížení intenzity v tréninku. Což odpovídá teoretickým poznatkům Dovalil a kol. (1999), že vysokohorský trénink sám o sobě nepřináší automaticky zlepšení výkonnosti, vytváří však předpoklady pro její zvýšení.

Dále jsme vycházeli z předpokladů, že pro výkon v nížině není cílem tréninku ve vyšší nadmořské výšce úplná aklimatizace. Tudíž jsme zařazovali v závodním období

jen krátké aklimatizační pobyty ve výškách 3000m, které jsou optimální pro vyvolání fyziologických změn v organismu. Po návratu do nížin působí stále aklimatizační odezva a zároveň klimatické podmínky v nížině umožňují absolvovat potřebný intenzivnější trénink. Zařazení krátkodobého pobytu v ročním plánu pouze pro fyziologický efekt je optimální:

- v regenerační fázi na konci mezocyklu
- pro adaptaci před následnou přípravou ve vyšší nadmořské výšce
- pro udržení adaptačních efektů v průběhu ročního tréninkového cyklu
- udržení cca 3 měsíčního intervalu mezi opakovanými pobyty

V oblasti adaptace na zatížení v různých nadmořských výškách existuje stále mnoho různých názorů i nedořešených problémů, které jsou diskutovány s větší či menší intenzitou. Hlavním faktorem, který rozhoduje o možnostech výkonu ve vyšších nadmořských výškách je pokles barometrického tlaku. To je třeba respektovat při výběru konkrétní výšky při plánování a řízení vysokohorské přípravy. S rostoucí výškou tento tlak klesá a snižuje se tak nabídka kyslíku pro organismus.

Jedním z hlavních faktorů, který rozhoduje o nabídce kyslíku pro organismus je hemoglobin. Na úrovni hladiny moře je prakticky veškerý hemoglobin saturován kyslíkem na oxihemoglobin (saturace je na 100 %). Tato nabídka umožňuje při nižší intenzitě zatížení využívání tohoto téměř kompletně saturovaného hemoglobinu kyslíkem.

Pro vytrvalostní sporty je příprava i závodní zatížení ve výšce obtížnější, než pro rychlostní či silové. Obecně se uvádí, že při intenzivním vytrvalostním zatížení je totiž i v nižších nadmořských výškách celkový čas, který stráví krev v plicích zkrácen a hemoglobin je proto méně nasycen kyslíkem (klesá saturace resp. množství vytvářeného oxihemoglobinu). S rostoucí výškou je nabídka kyslíku pro organismus nižší a důsledkem je další snížení tvorby oxihemoglobinu. To znamená, že pracující svaly nedostávají potřebné množství kyslíku a musí se více spoléhat na anaerobní zdroje energie.

S tím souhlasí i naše výsledky porovnání podmínek pro trénink z hlediska biochemických analýz ve výšce a v nížině. Nižší hodnoty oxyhemoglobinu a úbytek bázi během tréninku ve vyšší nadmořské výšce se jeví jako limitující pro trénink ve výšce. Hodnota oxihemoglobinu, *kteřá vyjadřuje poměr mezi množstvím O_2 v dané chvíli vázaným na hemoglobin ke kyslíkové kapacitě hemoglobinu*, byla naměřena

během tréninku ve výšce v průměru 92,89 oproti nížině, kde byl naměřen průměr 96,76. Což jasně potvrzuje, že pro trénink jsou lepší podmínky v nížině.

Pokud bychom však chtěli využít tréninku ve vyšší nadmořské výšce jako prostředek stimulující adaptační schopnost organismu, tak bychom si měli uvědomit, že se jedná o nesespecifickou adaptaci a že je především důležitější adaptační schopnost během tréninkového zatížení, tzn. že účinek tréninku ve vyšších nadmořských výškách závisí hlavně na kvalitě tréninku v těchto podmínkách, na zvládnutí aklimatizace a reaklimatizace. Pro potřeby veslařského tréninku to znamená, že během přípravného období, kdy je potřeba trénovat objemy o nízké intenzitě, 3týdenní tréninkové pobyty ve vyšších nadmořských výškách se jeví jako dobrá volba.

V současnosti se využívají různé alternativy sportovní přípravy v hypoxickém prostředí. Vytvářejí se různé druhy umělého hypoxického prostředí (hypoxické stany, tlakové barokomory) a využívá se trénink s hypoxickými přístroji. To umožňuje uživatelům rozvíjet a udržovat fyziologické výhody spojované s vysokohorským tréninkem především v regenerační fázi (když spí nebo odpočívají). Eliminuje to potřebu cestovat do horských oblastí k získání efektu vysoké nadmořské výšky. Snižují se tak finanční náklady a eliminuje se negativní vliv pobytu ve výšce na realizovanou přípravu (snížení objemu a intenzity). Na rozdíl od „stálé“ hypoxie ve vysokohorském prostředí, je v tomto případě používána „nesouvislá“ hypoxie (ve fázi regenerace a trénink probíhá v normálním prostředí), jejíž úroveň (nadmořskou výšku) je možné libovolně, v rámci vyzkoušených programů zvyšovat. Hypoxický stan nebyl v hodnoceném období využit. Poznatky z přípravy na LOH 2004 však byly spíše negativní. Byly využívány bloky 21 dní pobytu, kdy se však nedařilo vhodně skloubit objem a intenzitu tréninku s regenerační fází ve stanu. Vzhledem k tomu, nebyl hypoxický stan v následující přípravě využíván. Byly zařazeny krátkodobé a dlouhodobé pobyty ve vyšších nadmořských výškách.

Aklimatizace pro výkon ve výšce je velmi rozdílná a udává se, že jsou jedinci, kteří jsou velmi těžko aklimatizovatelných. Z toho plyne, že v jejich případě ani opakovaný pobyt ve výšce nevyvolá žádoucí změny. Při dalším příjezdu do výšky jsou jejich problémy stejné. Využití vysokohorské přípravy ve sledovaném čtyřletém období nepřineslo žádné negativní poznatky. Aklimatizace probíhala bez problémů, neobjevovali se ani negativní hodnocení z hlediska subjektivních pocitů. Tréninkové zatížení nemuselo být výrazně korigováno. V některých případech se v průběhu pobytu

objevilo onemocnění. To však vzhledem k vyššímu počtu dnů nemocnosti v průběhu ročního cyklu nesouviselo s pobytem ve vyšší nadmořské výšce.

Vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce na výkon veslaře se těžko hodnotí, protože výsledný čas veslařského závodu je hodně ovlivňován vnějšími podmínkami jako je síla a směr větru, teplota vody, vlny aj. Proto je obtížné hodnotit dosažených časů nebo odstupů od vítěze.

Vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce na výkonnost veslaře může být více objektivní během testování na veslařském trenažéru ConceptII, kde ovšem mohou být smazávány trochu technické schopnosti. Testování ANP na veslařském trenažéru během celého RTC ukazuje vždy pozitivní trend, což znamená, že skladba tréninku byla dobře plánována a trénink ve vyšších nadmořských výškách negativně neovlivnil výkonnost veslařky. Naopak, testy na veslařském trenažéru na vzdálenost 2000 m a 6000 m ukázaly zlepšení výkonnosti po návratu z výšky.

Jednoznačně nelze říct, do jaké míry pobyt ve vyšší nadmořské výšce má vliv na výkon v nížině. Měli bychom si však uvědomit, že na konečný výsledek v závodě má zaprvé vliv spoustu faktorů v daný okamžik a za druhé, že konkrétní výkon je výsledek několikaletého tréninkového procesu a ne jednoho nebo dvou tréninkových pobytů ve výšce.

7. Závěr

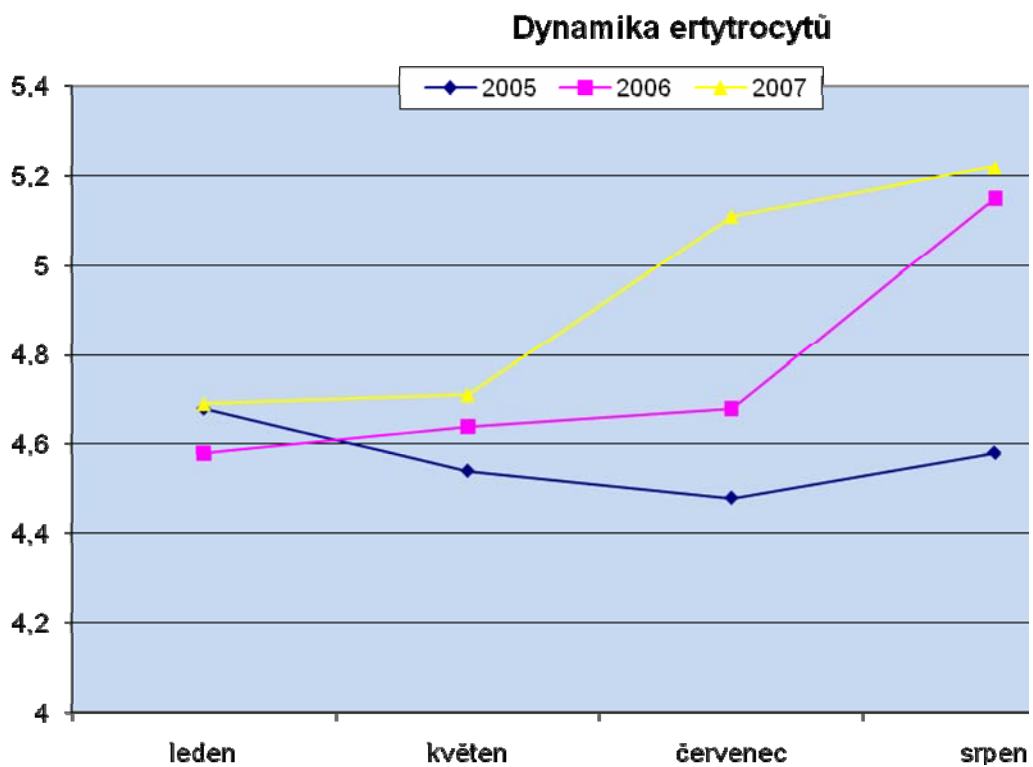
Shrnutí vybraných publikovaných informací k problematice ve vyšší nadmořské výšce nám pomohlo lépe porozumět jejímu využití ve veslování.

Celkem jsme absolvovali v olympijském cyklu 2004-2008 dvanáct tréninkových kempů ve vyšší nadmořské výšce. Zařazování pobytů ve výšce se během let měnilo, vždy podle zkušeností z předešlého RTC.

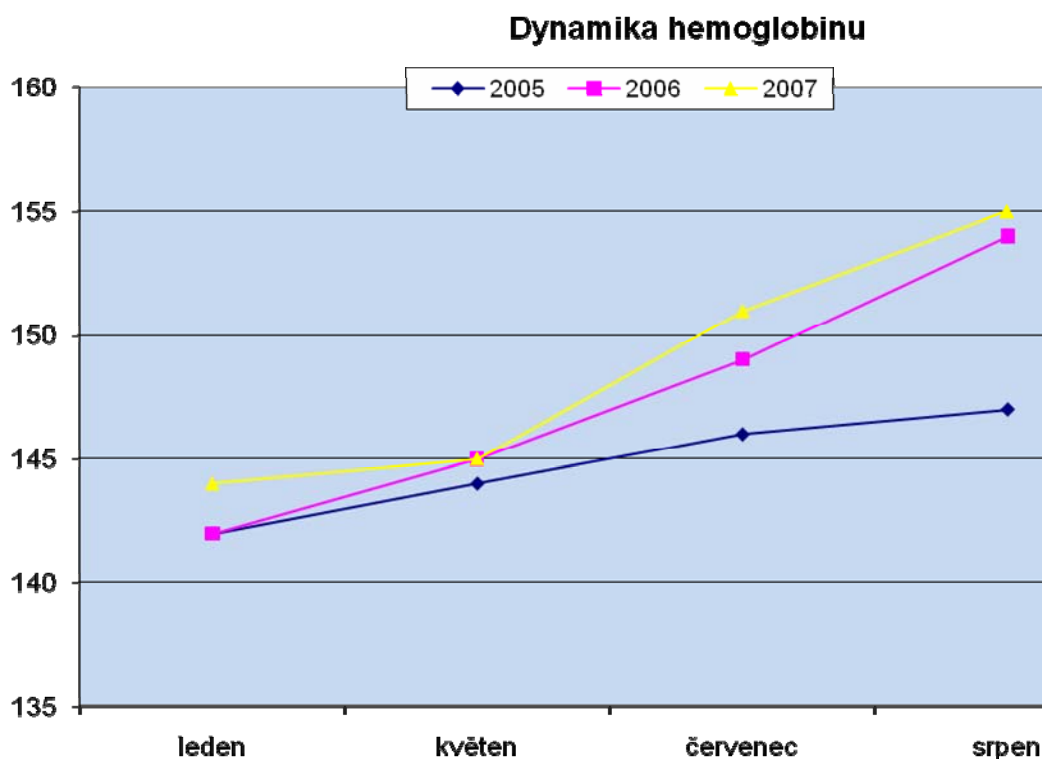
Hlavním cílem této práce bylo praktické ověřování využití tréninku ve vyšších nadmořských výškách na příkladu veslování za pomoci biochemických analýz. Při sledování adaptačních schopností organismu jsme vycházeli z parametrů vnitřního prostředí. Porovnávali jsme parametry: pH, pCO₂, pO₂, BE a SO₂. Sledovali jsme aktuální stav organismu během tréninkových pobytů ve vyšší nadmořské výšce a během závodů a tréninkových kempů v nížině. Výsledky tohoto sledování nám jasně ukázali, že výška se ukazuje jako limitující pro trénink a podmínky pro podávání vytrvalostních výkonů jsou lepší v nížině.

Dále jsme sledovali za pomoci biochemických analýz dynamiku hematologie v průběhu ročního cyklu. Z hlediska dynamiky hematologie lze v průběhu olympijského cyklu 2004-2008 zaznamenat zvýšení hodnot jako odezvu na opakovaný pobyt ve vyšší nadmořské výšce. Hodnoty měřené v lednu, po pobytu ve výšce 1800 m n. m. neukazují žádný velký posun, za to největší změna lze zaznamenat po pobytu ve 3000 m n. m. Nejvyšší hodnota byla naměřena v srpnu 2007 po dvou opakovaných pobytech ve 3000m, což znamená, že tento druh podnětu vyvolal požadovanou odezvu.

Graf 9 - Dynamika erytrocytů



Graf 10 - Dynamika hemoglobinu



Během RTC v celém čtyřletém olympijském cyklu jsme díky pravidelnému testování ANP, což je pro veslaře spolehlivý ukazatel trénovanosti, mohli vidět pozitivní trend. Znamená to tedy, že zařazování tréninkových pobytů ve vyšší nadmořské výšce neovlivnilo negativně výkonnost veslařky a stavba RTC byla správná.

Zařazování pobytů ve vyšších nadmořských výškách se jeví pro potřeby veslařského tréninku jako optimální v přípravném období, kdy by se měly nejvíce rozvíjet kondiční schopnosti. A během závodního období absolvovat krátkodobé pobyty ve výšce 3000m pouze pro fyziologický efekt.

Diplomová práce naznačuje, že trénink ve vyšší nadmořské výšce má pozitivní vliv na závodní výkonnost, ale toto hodnocení je třeba přijímat s jistou rezervou, protože na konečný výsledek má vliv spousta faktorů. Veslařský výkon je komplexní.

Přirozeně se hledají a budou se do budoucna hledat nejúčinnější postupy a metody v tomto druhu tréninku.

8. SOUPIS POUŽITÝCH BIBLIOGRAFICKÝCH ZDROJŮ

8.1 SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY

1. BOLEK, E., *Adaptace na vyšší nadmořskou výšku*. V: Současný sportovní trénink (Sborník příspěvků z konference), Praha: Olympia, 2008. pp.35-38 ISBN 978-80-7376-079-3
2. BOLEK, E., *Hodnocení tréninkového zatížení pomocí biochemických parametrů*. V: Současný sportovní trénink (Sborník příspěvků z konference), Praha: Olympia, 2008. Pp.218-222 ISBN 978-80-7376-079-3
3. BOLEK, E., *Speciální příprava v extrémních podmínkách*. V: Zvládání extrémních situací (2.ročník mezinárodní vědecké konference), Praha: CASRI, 2009. ISBN 978-80-254-5909-6
4. CERETELLI, P., PRAMPERO, P.E., *Aerobic and anaerobic metabolism during exercise at altitude*. Med.sport sc., 1985. 19, pp.1-19
5. DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN-80-7033-760-5.
6. DOVALIL, J., CHALUPECKÁ, M., *Současný sportovní trénink*, Sborník z příspěvků z konference, Praha: Olympia a ČOV, 2008. ISBN 978-80-7376-079-3
7. DOVALIL, J., POTMĚŠIL, J., PERIČ, T., HELLER, J., BUNC, V., OŠTÁDAL, B., HOŠEK, V., NEJEDLÁ, G., *Sportovní výkon a trénink ve vyšší nadmořské výšce (se zaměřením na ZOH Salt Lake 2002)*. Praha: FTVS UK, 1999.
8. FIBINGER, I., NOVÁK, J. *Hypoxie jako tréninkový prostředek ve sportovní přípravě*. Praha : Studijní materiály ČSTV, Olympia, 1986.
9. GANONG, W.F. *Přehled lékařské fyziologie*, 1999. H&H, Praha

10. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 80-7184-875-1
11. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže. II. Speciální část – 1.díl*. Praha : Karolinum, 1993.
12. HERBERGER, E. et al., *Rowing*. Berlin: Sport Books Publisher, 1977. ISBN 0-7727-2206-4
13. HOUSTON, M., *Biochemistry Primer for Exercise Science*. Human Kinetics, 2006. ISBN-13: 9780736056120
14. CHAPMAN, R.F., STRAY-GUNDERSEN, J., LEVINE, B.D., *Individual variation in response to altitude training*. Journal of Applied Physiology 85, 1998. p.1448-1456
15. JANSSEN, P., *Lactate threshold training*. Human Kinetics, 2001. ISBN-10: 0-7360-3755-1
16. LACOMBE, J., *Effets de l'entraînement en altitude pour coureurs de demi-fond*. These pour le doctorat de médecine, 1979.
17. MARAJO, J., RÉGA, CH. *L'entraînement en altitude*. Paris: INSEP, 1981. ISBN 2-86580-032-6
18. McARTHUR, J., *High performance rowing*. The Crowood Press Ltd, 1997. ISBN 1-86126-039-3
19. McNEELY, E., ROYLE, M., *Skillfull rowing*. Oxford: Meyer & Meyer Sport (UK), 2002. ISBN 1-84126-084-3
20. MIZUNO, M., JUEL, C., BRO-RASMUSSEN, T., MYGIND, E., SCHIBYE, B., RASMUSSEN, B., SALTIN, B., *Limb skeletal muscle adaptations in athletes after training at altitude*, Journal of Applied Physiology 68, 1990. p.496-502
21. NEUMANN, G. *Sportmedizinische Standpunkte zur Wettkampfvorbereitung in Ausdauersportarten*, Leistungssport 24, 1994. 49-52 s.
22. NOLTE, V., *Rowing faster*. Human kinetics, 2005. ISBN-10: 0-7360-4465-5
23. NUMMELA, A., and H. Rusko. *Acclimatization to altitude and normoxic training improve 400-m running performance at sea level*. Journal of Sports Science 18. 2000. p.411-419.

24. ONTL, K., KVAC, M., *L'entraînement du sprint long féminin en altitude*. In Athlétisme et altitude, Fédération Française d'athlétisme, 1984. Pp.90-97
25. REGA, C., *Les effets physiques et physiologiques de l'entraînement en moyenne altitude chez les coureurs de 400m*. BEES, 3^e degré, INSEP, juin 1985.
26. SILBERNAGL S. & DESPOPOULOS A., *Atlas fyziologie člověka*, Grada, 2004. Praha.
27. SJONGER, J.J., *Les effets bénéfiques et néfastes de l'altitude sur l'homme*. In Sport. 1986, 9^e année, n°4, p.36
28. STEHLÍK, M. a kol., *Optimalizace komplexní péče a příprava na existenci v extrémních podmínkách*. Praha: CASRI, 2007. ISBN 978-80-254-1129-2
29. STEHLÍK, M. a kol., *Optimalizace komplexní péče a příprava na existenci v extrémních podmínkách*. Praha: CASRI, 2007. ISBN 978-80-254-1129-2
30. STEHLÍK, M. a kol., *Zvládání extrémních situací*, 2.ročník mezinárodní vědecké konference, Praha: CASRI, 2009. ISBN 978-80-254-5909-6
31. STEPHAN, H., *Performance en altitude et performance au retour en plain*. In: Athlétisme et altitude (compte rendu). Fédération Française d'Athlétisme, 1984. P.48-62
32. SUCHÝ, J., DOVALIL, J. *Adaptace a problematika tréninku v hypoxickém prostředí*, *NŠC revue 1*, Bratislava: 2005. 19-22
33. SUCHÝ, J., DOVALIL, J., PERIČ, T. (2009) *Současné trendy tréninku ve vyšší nadmořské výšce*. *Česká kinantropologie*, 13, s. 38–53
34. TROJAN, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Avicenum, 1994. ISBN 80-7169-036-8
35. WEIL, J.V., JAMIESON, G., BROWN, D.W., GROVER, R.F. *The red cell mass-arterial oxygen relationship in normal man*. *Journal of Clinical Investigation* 47, 1968. p.1627-1639
36. WILBER, L., R. *Altitude training and athletic performance*. Human Kinetics, 2004. ISBN 0-7360-0157-3
37. WILMORE, J., COSTILL, D., KENNEY W. *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics, 2008. ISBN-13: 978-0-7360-5583-3

38. YOUNG, A.J., et coll., *Skeletal muscle metabolism at sea level natives following short term high altitude residence*. J.app. physiol., Berlin, 1984. 52, 4, pp.463-466.

8.2 POUŽITÉ INTERNETOVÉ ZDROJE

www.hypoxico.cz [on-line, 1.4.2010]

BAKER, A. & HOPKINS, W.G. *Altitude training for sea-level competition* In: *Sportscience Training & Technology. Internet Society for Sport Science*. 1998.

<http://www.sportsci.org/traintech/altitude/wgh.html>

www.worldrowing.com [on-line, 1.4.2010]

www.sportsite.cz [on-line, 14.3.2010]

www.ceskeveslovani.cz [on-line, 10.4.2010]

9. PŘÍLOHOVÁ ČÁST

9.1 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Biochemické parametry

Měřené parametry

pH

koncentrace H^+ ($pH = - \log [H^+]$)

normální hodnoty $pH = 7,4$

$H^+ = 40$

pCO₂

pO₂

Na⁺

K⁺

Ca⁺⁺

Cl⁻

tHb

SO₂

Rozmezí pro metody používané AVL

<i>pH:</i>	<i>7.2 – 7.6</i>
<i>pCO₂</i>	<i>3,99 – 6,65 kPa</i>
<i>pO₂</i>	<i>9,31 – 14,29 kPa</i>
<i>Na⁺</i>	<i>135 – 145 mmol/L</i>
<i>K⁺</i>	<i>3.5 – 5.1 mmol/L</i>
<i>Ca⁺⁺</i>	<i>1.12 – 1.32 mmol/L</i>
<i>Cl⁻</i>	<i>95 – 115 mmol/L</i>
<i>tHb</i>	<i>120 – 170 g/L</i>
<i>SO₂</i>	<i>90 – 100 %</i>

Vypočtené parametry

Parametry využívající krevní plyny jsou BE, O₂ct, HCO₃⁻, tCO₂, BE_{act}, BB, st HCO₃⁻, BE_{ecf}, cH⁺, st.pH, SO₂(c), AaDO₂.

Parametry využívající elektrolyty jsou HCO₃⁻, tCO₂, AnGap, nCa⁺⁺.

cH⁺

koncentrace vodíkových iontů v plasmě

st.pH

standardní hodnota pH v krvi přepočtená na 37 °C a PCO₂ = 40 mmHg

HCO₃

koncentrace bikarbonátu v plasmě

st.HCO₃

standardní hodnota HCO₃ v krvi přepočtená na 37 °C a *PCO₂* = 40 mmHg

tCO₂

celková koncentrace CO₂ v plasmě

BE

base excess přepočteno na 37 °C a *PCO₂* = 40 mmHg

BE_{ecf}

base excess v extracelulárních tekutinách

BE_{act}

base excess při aktuální saturaci kyslíkem

BB

nárazníkový systém (pufry)

SO₂(c)

vypočtená nasycenost hemoglobinu kyslíkem (oxihemoglobin)

ctO₂

vypočtená hodnota z naměřeného hemoglobinu (možnosti vazby kyslíku)

AaDO₂

gradient alveolárně arteriální tense kyslíku

Hct(c)

hodnota hematokritu vypočtená z naměřeného hemoglobinu

nCa⁺⁺

calciové ionty standardizované na pH = 7.40

Příloha 2 – ukázka tréninkového plánu

Datum	Tr.Prostředek	Náplň tréninku	Intenzita
13.2.2007		ODLET ve 20.45h cesta Praha - Johannesburg	
14.2.2007		cesta do Bethlemu (J.A.R.)	
15.2.2007		aklimatizace	
16.2.2007	I. BĚH	Běh 30min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Posilovna 65 min. 5x10opak. cca 8cviků	
	III. KOLO	Kolo 95min.	do 2mmol
17.2.2007	I. BĚH	Běh 70 min.	do 2mmol
	II. KOLO	Kolo 90min.	
18.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	
	II. KOLO	Kolo 110 min.	
	III.		
19.2.2007	I. POSILOVNA	Posilování 95min. 6x 8opak. cca 8cviků	
	II. BĚH	Fartlek 75min.	do 2mmol
20.2.2007		nevolnost	
21.2.2007		nevolnost	
22.2.2007	I. BĚH	Běh 35 min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Posilování 90min. 6x8 opak. cca 8cviků	
	III. BĚH	Fartlek 55min.	do 2mmol
	IV. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
23.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Stabilizační cvičení 45 min. Veslařský trenažér: 3x 10min./5min.	2-4mmol
	III. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
	III. KOLO	Kolo 90min.	do 2mmol
	VI. REGENERACE	Rehabilitace 75 min.	
24.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. BĚH	rozkl. 15min., SBC + 3 rovinky Výběhy do kopce: 4x 1500m/MK vyklusání 15min., protažení	4-6mmol
	III. KOLO	Kolo 110min.	
	VI. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
25.2.2007	I. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 45min.	
	II. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
	III. REGENERACE	Rehabilitace 75 min.	
26.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Posilování 70min. 6x 8opak. cca 8cviků Veslařský trenažér/kolo: 2x (5min veslování+5min.kolo)	2-4mmol
	III. BĚH	Fartlek 80min.	do 2mmol
	IV. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
27.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. BĚH	rozkl. 15min., SBC + 3 rovinky Výběhy do kopce: 1500m - 750m - 1500m - 750m - 1500m/MK vyklusání 15min., protažení	2-4mmol
	III. KOLO	Kolo 110min.	
	IV. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
28.2.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Posilování 70min. 6x 8opak. cca 8cviků Veslařský trenažér/kolo: 3x (5min veslování+5min.kolo)	4mmol
	III. KOLO	Kolo 85min.	
	IV. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
1.3.2007	I. REGENERACE	Masáž 30min.	
	II. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
2.3.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. POSILOVNA	Posilování 70min. 6x 8opak. cca 8cviků Veslařský trenažér/kolo: 3x (7min veslování+ 5min.kolo)	4-6mmol
	III. BĚH	Fartlek 95min.	do 2mmol
	VI. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
3.3.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. BĚH	rozkl. 15min., SBC + 3 rovinky Výběhy do kopce: 750m - 1500m - 750m - 1500m - 750m/MK vyklusání 15min., protažení	4-6mmol
	III. KOLO	Kolo 90min.	
	VI. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
4.3.2007	I. BĚH	Běh 35min.	do 2mmol
	II. KOLO	Kolo 110min.	
	III. BĚH	Běh 75min.	do 2mmol
	IV. FYZIOTERAPIE	Kompenzační cvičení 60min.	
5.3.2007		volno	
6.3.2007		cesta Bethlehem - Praha	

9.2 SEZNAM ZKRATEK

ANP – Anaerobní práh
DF – Dechová frekvence
EPO – Erytropoetin
Hb – hemoglobin
Hct - hematokrit
mmolů/l
MS – Mistrovství světa
OH – Olympijské hry
OH cyklus – Olympijský cyklus
ORL – Otorhinolaryngologie
pCO₂ – parciální tlak oxidu uhličitého
pN₂ - parciální tlak dusíku
pO₂ - parciální tlak kyslíku
Q - Minutový objem srdeční
Qs - Systolický objem
RTC – Roční tréninkový cyklus
SF - Srdeční frekvence
SF – Srdeční frekvence
SP – Světový pohár
TF – Tepová frekvence
VHT – Vysokohorský výcvikový tábor
VO₂ – spotřeba kyslíku
VT – Výcvikový tábor
1x - skif
2x - dvojskif
4x - párová čtyřka
2- - dvojka bez kormidelníka
4- - čtyřka bez kormidelníka
8+ - osma