

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Autoreferát disertační práce v oboru kinantropologie

## **Možnosti neinvazivní kontroly trénovanosti v hypoxii**

Autor: Mgr. Jan Pernica  
Vedoucí práce: doc. PhDr. Jiří Suchý, Ph.D.  
Odborný konzultant: PhDr. et PhDr., PaedDr. Pavel Harsa, Ph.D., et Ph.D., MBA.  
Školící pracoviště: Katedra pedagogiky, psychologie a didaktiky TV a sportu

Období zpracování disertační práce: 2012 - 2017

Disertace představuje původní rukopis. S jejím plným textem se lze seznámit v Ústřední tělovýchovné knihovně, José Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veveslavín.

Práce na tomto výzkumu byly podpořeny z P38 a Progres Q41 (Biologické aspekty zkoumání lidského pohybu).

Oponenti .....

.....

Datum konání obhajoby: .....

Předseda komise pro obhajobu: .....

## Úvod

V dnešní době je běžné, že vrcholoví sportovci využívají pobyt a trénink v přirozené hypoxii, ať už pro samotnou přípravu na závody ve vyšší nadmořské výšce nebo za účelem zvýšení sportovního výkonu v prostředí nížiny. Přínos sportovního tréninku v tomto prostředí, zejména pro vytrvalostní sporty, se jeví natolik zásadní, že již není otázkou, zda v hypoxii trénovat, ale jak nejlépe celý proces zvládnout (Wilber, 2007).

Pobyt a sportovní příprava v takto změněných podmínkách s sebou přináší svá rizika, která vyplývají z větších nároků prostředí na organismus sportovce. U jedinců neaklimatizovaných na hypoxii vyžaduje pohybový úkol prováděný ve vyšší nadmořské výšce více úsilí než stejný pohybový úkol v nížině. Je nutno upravit tréninkový program sportovce a dokonale dbát na průběžnou kontrolu trénovanosti, aby se zabránilo nežádoucímu deletrvajícímu přetěžování organismu, jež může vyústit v neschopnost sportovce pokračovat v tréninku. V českém prostředí teorie sportovního tréninku je tento dlouhodobý nežádoucí stav únavy organismu, charakterizovaný poklesem výkonnosti sportovce, tradičně označován pojmem přetrénování.

Je známo, že současné využití více metod kontroly trénovanosti objektivizujících stav únavy a případná intervence v tréninkovém režimu sportovce snižuje riziko přetrénování. Přitom přetrénování má podobně závažné projevy jako deprese a léčba může být až v trvání několika měsíců (Máček a kol., 2003). Z těchto důvodů považujeme problematiku přetrénování sportovce jako seriózní problém, který v hypoxickém prostředí ještě nabývá na riziku.

## Problém

Zatímco v normoxii může trenér nebo sportovec využít k posouzení únavových stavů ověřené metody kontroly trénovanosti jako je biochemický rozbor krve, ranní klidová srdeční frekvence (SF), dynamika laktátu po zatížení či pouhé pozorování výkonnosti (pokles / vzestup), tak při hypoxickém tréninku v přirozené nadmořské výšce je často tato zpětná vazba na tréninkový proces buď vyloučena, výrazně limitována nebo je její vypovídající hodnota zkreslena rozdílnou aklimatizací sportovce (laktátový paradox, odlišná dynamika srdeční frekvence apod.). Proto je vhodné hledat další způsoby kontroly trénovanosti i při pobytu a tréninku ve vyšších nadmořských výškách. Důraz na kontrolu trénovanosti by měl být kladen především u vytrvalostních sportovců, kteří jsou podle Budgetta (1998), díky dlouhodobému zatížení a zároveň krátkým přestávkám

mezi intenzivními zatíženími více ohrožení možným přetrénováním než třeba sportovci, jejichž disciplína je rychlostního nebo silového charakteru.

Zejména u mládeže, by z etického hlediska, měla být důkladně posouzena kontrola trénovanosti s využitím biochemického rozboru krve, neboť pro ně může být více stresující než další neinvazivní metody kontroly trénovanosti. Navíc Mezinárodní olympijský výbor v poslední době apeluje při velkých mezinárodních sportovních akcích např. OH v Riu 2016, OH v Soči 2014 apod. na sportovce a organizační výbory jednotlivých států formou tzv. „IOC Needle policy“ ([www.stillmed.olympic.org](http://www.stillmed.olympic.org), 2016), což je doporučený postup při užívání injekčních jehel u sportovců. A je zde zřejmá snaha limitovat užití injekčních jehel při sportovních soutěžích výhradně na situace, kde hrozí bezprostřední ohrožení zdraví a je proto lékařsky odůvodněné. Z výše uvedených argumentů se nám doplnění tradičních metod kontroly trénovanosti další neinvazivní metodou jeví jako přínosné a především u mládeže by tento způsob kontroly trénovanosti mohl předcházet metodám invazivního posouzení zdravotního stavu. Biochemický rozbor krve, případně moči však stále považujeme za velmi podstatnou komponentu kontroly trénovanosti.

Jednou z neinvazivních metod kontroly trénovanosti, která je četnými výzkumy v normoxii ověřena (Morgan a kol., 1987; Verde a Shephard, 1992; Kenttä a kol., 2006; Slivka a kol., 2010 aj.), je metoda vytvoření funkčního profilu nálad sportovce a sledování jeho dynamiky ve vztahu ke sportovní výkonnosti. K sestavení profilu nálad je ve sportovním tréninku často využíván dotazník POMS (McNair a kol., 1971).

Zatímco citované výzkumy z normoxie jednoznačně potvrdily, že monitorování emočních stavů sportovce tímto dotazníkem je včasným indikátorem únavy a vytvoření funkčního profilu nálad může pomoci v řízení tréninkového procesu, aby nedošlo k přetrénování sportovce, v prostředí hypoxie je podobných studií velmi málo (Bardwell a kol. 2005; Lane a kol., 2004; Shukitt-Hale a kol., 1990).

Vzhledem k faktu, že výzkumů, především těch s vrcholovými či výkonnostními sportovci v prostředí přirozené hypoxie, je velmi omezený počet, rozhodli jsme se naše pozorování situovat právě do tohoto prostředí. Naší snahou bylo ověřit využití dotazníku POMS právě pro účely kontroly trénovanosti. Jelikož nám scházel dostatečný počet výzkumů v přirozené hypoxii, se kterými bychom mohli komparovat naše pozorování, rozhodli jsme se výsledky získané měřením v přirozené hypoxii porovnat s výsledky dalšího našeho měření z normoxie, kde jsme využili stejné probandy a stejný model sportovní přípravy. Kromě dotazníku POMS jsme využili k získání dat analýzu tréninkové dokumentace a u vybraných osob také měření srdeční frekvence a rozbor záznamů

o biochemickém vyšetření krve, které jsou u běžců často využívanými nástroji kontroly trénovanosti. Hypotézy jsme stanovili na základě očekávání, že prostředí přirozené hypoxie bude z hlediska sportovní přípravy pro atleta náročnější, což se projeví především na negativní změně nálad.

## **Teoretická východiska**

V souvislosti se sportovním zatěžováním atleta je zásadním jevem výskyt únavy a jejího monitorování v rámci kontroly trénovanosti. Únava je jev, který doprovází nejen sportovní činnost, ale setkáváme se s ním i v běžném životě. Zahrnuje v sobě jak subjektivní pocity, tak objektivní změny, které lze registrovat při intenzivnější tělesné zátěži (Máček a Radvanský, 2011). Jestliže nepřesáhne hranice fyziologické tolerance organismu, jedná se o únavu fyziologickou. Pokud však dojde k projevům neadekvátní stimulace, pak hovoříme o únavě patologické.

Někteří trenéři, především vrcholových sportovců, vycházejí z předpokladu, že sportovce je nutno nejprve přetížít, aby po poklesu tréninkového objemu došlo k výraznějšímu tréninkovému (superkompenzačnímu) efektu. Avšak je velmi důležité si uvědomit, kdy je potřeba toto tréninkové úsilí opět snížit, aby došlo k požadovanému efektu. Není výjimečné, že snížení tréninkových dávek přijde později než by bylo potřeba a sportovec se pak dostane do nežádoucího stavu přetrénování.

Že je přetrénování opravdu seriózním problémem, který nezřídka zasahuje do oblasti vytrvalostních sportů, dokládá výzkum Morgana a kol. (1987), kteří zjistili, že až 64 % žen a 66 % mužů z řad vrcholových sportovců - vytrvalců mělo v průběhu své kariéry zkušenost s přetrénováním. Ostatní autoři uvádějí výskyt přetrénování u vrcholových nebo výkonnostních sportovců v rozmezí 5 až 15 % ročně, ale je obtížné tyto výsledky blíže interpretovat, neboť ne vždy autoři vyhodnocovali také souvislost s výkonností, což je velmi důležitý ukazatel přetrénování ([www.iaaf.org](http://www.iaaf.org), 2012).

Diagnostikovat přetrénování není nikterak snadné, protože jeho projevy se mohou různit a vědci nedokáží nalézt společný jmenovatel jeho příčiny. Máček a Radvanský (2011) dokonce upozorňují na to, že samotný termín přetrénování není přesným vyjádřením tohoto stavu, a proto se v poslední době spíše nahrazuje termínem „syndrom nevysvětlitelného poklesu výkonnosti“. Hlavním důvodem odklonu od zažitě terminologie má být to, že termín „přetrénování“ svádí k domněnce, že za tímto stavem stojí pouze nepřiměřené zvyšování intenzity nebo trvání zátěže. Avšak ve skutečnosti je možných příčin mnohem více a celý mechanismus je podstatně složitější. Pro potřeby naší práce však

zůstaneme u tradičního pojmu „přetrénování“, který je v české terminologii sportovního tréninku již ustálen, ale zároveň na tento stav budeme nazírat v nových, již zmíněných, souvislostech.

Kvůli složité struktuře rozdílných reakcí sportovců na stres vyvolaný ať již tréninkovými podněty nebo dalšími vnějšími vlivy, zatím nebylo možné z jednotlivých sportovně-medicínských nebo biomechanických indikátorů vyvinout žádný systém „včasného varování“. Máček a kol. (2003) poukazují na to, že většina biochemických ukazatelů je časově i ekonomicky náročná pro nestandardizované analytické postupy a z tohoto důvodu se nehodí pro praxi. Doporučují spíše dlouhodobější sledování několika málo jednoduchých parametrů a subjektivních příznaků a z jejich dynamiky pak usuzovat na možné přetrénování. Podle Hohmanna a kol. (2010) poskytují spolehlivou diagnózu individuálně a subjektivně prožitého stupně vnitřního zatížení sportovců nejspíše sportovně-psychologické výzkumné postupy. Mezi příslušnými dotazovacími nástroji autoři jmenují, ve shodě např. se Zdravotnickým manuálem IAAF ([www.iaaf.org](http://www.iaaf.org), 2012), právě dotazník POMS, který využíváme k pozorování emočních stavů také my. Za nejspolehlivější ukazatel únavy se však považuje především snížená výkonnost sportovce.

V porovnání s fyziologickou odezvou organismu na zatížení se jeví odezva v oblasti psychiky u sportovců jako konzistentnější (Hanin, 2000) a bylo zjištěno, že k pozorovatelným změnám v oblasti psychiky, v důsledku vlivu zevního prostředí, dochází často před změnami, jež se projeví u funkcí fyziologických (Kobrick a Johnson, 1992).

Při teoretickém vymezení emočních stavů vycházíme z definice Lane a Terryho (2000), kteří poukazují na to, že nelze vždy jednoznačně rozlišit mezi emocemi a náladami. Přičemž náladu definují jako soubor pocitů, které jsou ve své podstatě prchavé a jsou nestálé jak intenzitou, tak dobou svého trvání a obvykle v sobě zahrnují více než jednu emoci.

Podle Terryho (1995) je sledování emočních stavů, jako kontrola tréninkového zatížení, vhodné především u sportů, jako je běh na dlouhé vzdálenosti, veslování nebo plavání, kde se sportovci často pohybují na hraně mezi efektivním tréninkem a přetrénováním. Největší změny v profilu nálad, jako odezva na sportovní trénink, jsou podle O'Connora a kol. (1991) patrné u faktorů vitality a únavy. Poměr hodnot těchto dvou faktorů pak nazývají Kenttä a kol. (2006) „Energetickým indexem“ („Energy Index“) a v práci pro něj používáme zkratku EI. Dále se k využívání dotazníku váže ukazatel tzv. Celkového narušení nálad (Total Mood Disturbance), který ve svých pracích zmiňují

například Williams a kol. (1991) nebo Hoffman a Hoffman (2008) a další. V naší práci Celkové narušení nálad označujeme původní anglickou zkratkou TMD.

S ohledem na to, že sportovní trénink pro klasifikaci nadmořské výšky nepoužívá jednotnou terminologii, rozhodli jsme se v souladu např. s Wilberem (2007) využít nadřazený pojem hypoxie, kterým rozumíme nadmořskou výšku umělou i přirozenou v rozmezí 1 500 m n. m. až 3 000 m n. m., které jsou ve sportovním tréninku nejčastěji využívaným rozmezím. Pro označení prostředí s nižší nadmořskou výškou na úrovni moře nebo blízko této výšky (< 1100 m n. m.) pak využíváme pojmu normoxie ve shodě například s Chapmanem a kol. (2011).

## **Cíle**

Zjistit, zda při pobytu a tréninku v přirozeném hypoxickém prostředí dojde ke statisticky významné změně ( $p < 0,05$ ) v dynamice nálad, měřených dotazníkem POMS, oproti pobytu a tréninku v normoxii.

Porovnat a ověřit další neinvazivní metody kontroly trénovanosti v přirozené hypoxii.

## **Vědecká otázka**

Jaká změna v dynamice nálad sportovce nastane při pobytu a tréninku v přirozené hypoxii oproti stejnému tréninkovému režimu v normoxii?

## **Úkoly**

S ohledem na cíle práce jsme stanovili úkoly:

1. zpracovat rešerši odborné literatury s relevantní tematikou,
2. vybrat vhodné probandy,
3. technicky zajistit tréninkové kempy,
4. stanovit vhodnou metodiku kontroly trénovanosti,
5. provést pilotní testování pro ověření stanovené metodiky,
6. sledovat dynamiku emočních stavů a další vybrané parametry v průběhu tréninkových kempů a bezprostředně po nich,
7. získaná data vyhodnotit a interpretovat,
8. posoudit, zda je sledování emočních stavů vhodným nástrojem pro řízení tréninkového procesu také v přirozeném hypoxickém prostředí.

## **Hypotézy**

### Hypotéza č. 1 (H1)

Průměrná hodnota Energetického indexu (EI) bude v období tréninkového kempu v přirozené hypoxii a po něm statisticky významně nižší ( $p < 0,05$ ) než ve stejném období v normoxii.

### Hypotéza č. 1a (H1a)

Průměrná hodnota EI bude během prvního týdne tréninkového kempu v přirozené hypoxii statisticky významně nižší ( $p < 0,05$ ) než v průběhu prvního týdne tréninkového kempu v normoxii.

### Hypotéza č. 1b (H1b)

Průměrná hodnota EI bude během druhého týdne tréninkového kempu v přirozené hypoxii statisticky významně nižší ( $p < 0,05$ ) než v průběhu druhého týdne tréninkového kempu v normoxii.

### Hypotéza č. 1c (H1c)

Průměrná hodnota EI bude v týdnu po návratu z tréninkového kempu v přirozené hypoxii statisticky významně nižší ( $p < 0,05$ ) než v průběhu prvního týdne po návratu z tréninkového kempu v normoxii.

### Hypotéza č. 2 (H2)

Průměrná hodnota Celkového narušení nálad (TMD) bude v období tréninkového kempu v přirozené hypoxii a po něm statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) než ve stejném období v normoxii.

### Hypotéza č. 2a (H2a)

Průměrná hodnota Celkového narušení nálad (TMD) bude v prvním týdnu tréninkového kempu v přirozené hypoxii statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) než v prvním týdnu tréninkového kempu v normoxii.

### Hypotéza č. 2b (H2b)

Průměrná hodnota Celkového narušení nálad (TMD) bude v druhém týdnu tréninkového kempu v přirozené hypoxii statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) než v druhém týdnu tréninkového kempu v normoxii.

Hypotéza č. 2c (H2c)

Průměrná hodnota Celkového narušení nálad (TMD) bude v týdnu po tréninkovém kempu v přirozené hypoxii statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) než v týdnu po tréninkovém kempu v normoxii.

## Metody

Design našeho výzkumu má dle Hendla (2009) charakter kvaziexperimentu a vychází z vnitrosjektového plánu, který je někdy také nazýván jako opakovaná měření. Hlavním zdrojem informací o sledovaných proměnných jsou kvantitativní data, ale pro doplnění informací o jejich povaze jsme využili také kvalitativní metody, tj. rozhovor a analýzu kvalitativních dat v tréninkovém deníku sportovce. Pro detailnější vhled do problematiky změn emočních stavů ve vztahu ke sportovnímu zatížení, jako prostředku diagnostiky přetrénování, jsme zvolili také rozbor dalších možných markerů únavy u dvou vybraných sportovců v rámci případových studií.

Závisle proměnnou v naší studii zastupují především emoční stavy. Nezávisle proměnnou pak představují dvě úrovně tréninkového prostředí, tedy normoxie a přirozená hypoxie, kde sportovci byli na čtrnáctidenních tréninkových kempech (TK). Za potenciálně rušivé proměnné jsme označili především tréninkový program jedince a situace z běžného života sportovce, ovlivňující jeho emoční stavy. Pokud to bylo možné, snažili jsme se rušivé proměnné stabilizovat. Pokud to možné nebylo, rušivé proměnné jsme monitorovali a případně posuzovali jejich vliv na probanda.

Sledovaný soubor ( $n = 16$ ) jsme získali záměrným kvótním výběrem. Výzkum byl realizován jako smíšený (muži = 9, ženy = 7) a mortalita probandů v rámci našeho výzkumu byla 3.

Základní metodou našeho výzkumu, pro všechny probandy, je metoda dotazování pomocí dotazníku POMS (McNair a kol., 1971). Původní verze tohoto dotazníku obsahuje 65 položek, ale pro potřeby našeho výzkumu byla využita jeho zkrácená varianta o 37 položkách. Tato verze byla upravena pro české prostředí Stuchlíkovou a kol. (2005), kteří uvedli deskriptivní charakteristiky, potvrdili faktorovou strukturu a odhad vnitřní konzistence.

Z technických a ekonomických důvodů bylo možné provést kontrolu trénovanosti s využitím biochemických a fyziologických indikátorů pouze u omezeného vzorku sportovců. Biochemie byla posuzována podle krevních vyšetření se zaměřením na hodnoty hemoglobinu, hematokritu a železa. Fyziologickou odezvu organismu jsme posuzovali na



základě dynamiky klidové ranní srdeční frekvence. Vyhodnocení těchto parametrů se věnujeme samostatně formou dvou kazuistik.

Jelikož všechna data neměla normální rozdělení, použili jsme k jejich vyhodnocení neparametrickou verzi t-testu, Wilcoxonův test. Jako kontrolní metodu jsme použili také vyhodnocení parametrickým t-testem. Pomocí Cohenova  $d$  jsme posuzovali rovněž míru věcné významnosti a dále jsme hodnotili také průměrnou změnu  $\bar{d}$  a relativní změnu  $\bar{d}_r$ .

## Výsledky

### *Faktor tenze*

Rozdíl průměrných hodnot faktoru tenze v normoxii a hypoxii, vyjádřený průměrnou změnou  $\bar{d}$ , byl nejvýraznější v druhém týdnu tréninkového kempu, kdy hodnoty faktoru tenze, zjištěné v hypoxii, převyšovaly ty z normoxie v průměru o 0,7 bodu. S výjimkou prvního týdne TK, kdy se hodnoty navzájem nelišily ( $\bar{d} = 0$ ), byly vždy vyšší průměrné hodnoty faktoru tenze pozorovány v hypoxickém prostředí. Avšak žádný rozdíl mezi měřeními v normoxii a hypoxii nebyl vyhodnocen Wilcoxonovým testem jako statisticky významný. Stejně tak míra věcné významnosti posuzovaná Cohenovým koeficientem věcného účinku přiřazuje rozdílům hodnot malý resp. zanedbatelný význam (tabulka 1).

**Tabulka 1** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot faktoru tenze sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,200	0,140	0,3	10,0	0,5
NORM 1 vs. HYPO 1	0,600	0,476	0,0	0,4	0,0
NORM 2 vs. HYPO 2	0,240	0,075	0,4	7,9	0,7
NORM post vs. HYPO post	0,140	0,095	0,3	9,9	0,4

### *Faktor deprese*

Největší relativní změna mezi jednotlivými měřeními ( $\bar{d}_r = 18,4$  %) nastala v období po TK. Za tímto výsledkem však stojí velmi nízké hodnoty (0,2 vs. 0,5 bodu), a proto se jako významnější jeví změny v druhém týdnu TK. Ačkoli v tomto týdnu TK pozorujeme nižší relativní změnu ( $\bar{d}_r = 13,4$  %), tak díky hodnotám 1,2 bodu v normoxii a 2,1 bodu v hypoxii, zaznamenáváme nejvyšší průměrnou změnu z daných měření ( $\bar{d} = 0,9$ ). Tento rozdíl není sice z pohledu statistické významnosti posuzován jako statisticky významný, ale

z hlediska míry věcné významnosti mu za pomoci měření Cohenova  $d$  přiřazujeme střední efekt. U daného rozdílu považujeme za podstatnou skutečnost, že vyšší průměrné hodnoty faktoru deprese byly pozorovány opět v hypoxii (tabulka 2)

**Tabulka 2** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot faktoru deprese sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,890	0,428	0,1	4,5	0,1
NORM 1 vs. HYPO 1	0,964	0,484	0	0,5	0
NORM 2 vs. HYPO 2	0,750	0,093	0,7	13,4	0,9
NORM post vs. HYPO post	0,624	0,173	0,4	18,4	0,3

#### *Faktor hněvu*

Při posouzení zjištěných hodnot z hlediska statistické významnosti, můžeme pozorovat v druhém týdnu tréninkového kempu statisticky významný rozdíl mezi pobytem a tréninkem v normoxii a hypoxii. Posuzováno za pomoci Wilcoxonova testu (p-hodnota 0,03) a t-testu (p-hodnota 0,01). Z pohledu věcné významnosti má tento rozdíl však jen malý efekt. Průměrná změna v tomto případě byla 0,9 bodu. Střední efekt a podle t-testu i statisticky významný výsledek můžeme pozorovat při měření klidových hodnot (pre), ale jedná se opět o rozdíly velmi malých hodnot (0,1 a 0,3 bodu), kde je průměrná změna jen 0,2 bodu (tabulka 3). Navíc klidové hodnoty považujeme pouze za orientační ukazatele.

**Tabulka 3** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot faktoru hněvu sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,108	0,041 <sup>*</sup>	0,5	30,0	0,2
NORM 1 vs. HYPO 1	0,916	0,454	0,0	0,7	0,0
NORM 2 vs. HYPO 2	0,033 <sup>*</sup>	0,015 <sup>*</sup>	0,4	9,3	0,9
NORM post vs. HYPO post	0,959	0,485	0,0	0,4	0,0

\*statisticky významné hodnoty

### Faktor vitality

Při posuzování získaných dat s ohledem na statistickou významnost, je podstatný výsledek z týdne po ukončení tréninkového kempu. Po vyhodnocení Wilcoxonovým testem jsme získali hodnotu 0,081 a při posouzení t-testem 0,034 což považujeme za statisticky významný výsledek. Posouzení t-testem, můžeme považovat za relevantní ukazatel, neboť právě u faktoru vitality byla naměřená data vyhodnocena jako normální ve všech sledovaných obdobích. Z hlediska míry věcné významnosti dosáhly středního účinku rozdíly mezi jednotlivými úrovněmi nadmořské výšky v období druhého týdne TK a v týdnu po TK, tj.  $d = 0,5$  resp.  $0,6$  (tabulka 4).

**Tabulka 4** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot faktoru vitality sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,450	0,196	0,2	1,1	0,7
NORM 1 vs. HYPO 1	0,345	0,350	0,1	0,9	0,4
NORM 2 vs. HYPO 2	0,133	0,057	0,5	5,5	1,8
NORM post vs. HYPO post	0,081	0,034*	0,6	4,3	1,9

\*statisticky významné hodnoty

### Faktor únavy

Wilcoxonův test i t-test potvrdily statisticky významný výsledek v druhém týdnu TK. Tyto testy vyhodnotily rozdíl mezi oběma skupinami p-hodnotou 0,013 resp. 0,007. Míra věcné významnosti hodnocená Cohenovým  $d$  udává výsledek 1,0 (tabulka 5). To odpovídá velkému efektu. Tento výsledek můžeme interpretovat tak, že většina účastníků soustředění v hypoxii dosáhla v druhém týdnu TK vyšších hodnot faktoru únavy než tomu bylo v druhém týdnu TK v normoxii.

**Tabulka 5** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot faktoru únavy sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,161	0,069	0,3	7,5	0,5
NORM 1 vs. HYPO 1	0,845	0,432	0,0	0,5	0,1
NORM 2 vs. HYPO 2	0,013*	0,007*	1,0	7,5	2,3
NORM post vs. HYPO post	0,463	0,133	0,4	4,9	0,8

\*statisticky významné hodnoty

### *Faktor zmatku*

Největší průměrné změny dosáhly hodnoty z normoxie a hypoxie v týdnu před TK, ale tento rozdíl, resp. změna, byla v průměru pouze 0,2 bodu. Žádný rozdíl mezi pozorovanými obdobími nebyl posouzen jako statisticky významný a obdobně Cohenův koeficient  $d$ , jako míra věcné významnosti, popisuje pouze malý (pre a post), resp. zanedbatelný účinek (tabulka 6).

**Tabulka 6** – Statistická a věcná významnost rozdílů průměrných hodnot faktoru zmatku sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,500	0,251	0,2	7,1	0,2
NORM 1 vs. HYPO 1	0,859	0,387	0,1	3,4	0,1
NORM 2 vs. HYPO 2	0,965	0,463	0,0	1,0	0,0
NORM post vs. HYPO post	0,477	0,275	0,2	6,2	0,1

### *Energetický index*

K Energetickému indexu se vztahovaly naše předpoklady formulované do hypotéz H1a, H1b a H1c. Předpokládali jsme, že v jednotlivých týdnech TK a po jeho ukončení, budou mezi výsledky naměřenými v různých nadmořských výškách statisticky významné rozdíly. Očekávali jsme, že statisticky významně nižší bude vždy hodnota z přirozené hypoxie. Jestliže posoudíme rozdíly mezi jednotlivými týdny TK v kontextu s jednotlivými hypotézami, z pohledu statistické významnosti, můžeme pozorovat, že v prvním týdnu TK byly průměrné hodnoty všech sportovců spíše vyrovnané a dokonce o něco málo vyšší v hypoxii (23,4 bodu HYPO 1 versus 22,7 bodu NORM1). Avšak vzhledem k výsledku Wilcoxonova testu (p-hodnota 0,402) a t-testu (p-hodnota 0,300), společně s Cohenovým  $d$  (0,1), tedy zanedbatelnému efektu, hovoříme spíše o vyrovnaných výsledcích tohoto měření. Hypotézu H1a tedy zamítáme.

Průkazný rozdíl, je však možno sledovat v druhém týdnu TK, kdy jsou průměrné hodnoty Energetického indexu, při pobytu a tréninku v normoxii (17,3 bodu), statisticky významně vyšší (p-hodnota 0,002 u Wilcoxonova testu resp. p-hodnota 0,003 u t-testu) než ve stejném období v přirozené hypoxii (13,2 bodu). Rozdíl v průměrných hodnotách všech sportovců, v daném týdnu, posouzený průměrnou změnou  $\bar{d}$ , je roven hodnotě 4,1 bodu. Také míra věcné významnosti, sledovaná s využitím Cohenova  $d$ , vykazuje velký efekt (0,8). Hypotézu H1b přijímáme.

V týdnu po TK je mezi hypoxií a normoxií stále patrný rozdíl ( $\bar{d} = 2,7$ ), ale tento rozdíl vychází jako statisticky významný už pouze při posouzení t-testem (0,030), zatímco Wilcoxonův test udává výslednou hodnotu 0,055 a tudíž statisticky nevýznamný výsledek. Cohenovo d pak přiřazuje rozdílu mezi průměrnými hodnotami v tomto období střední efekt. Je vhodné opět doplnit, že všechna data Energetického indexu byla vyhodnocena jako normální. Na základě uvedených skutečností hypotézu H1c zamítáme. Tabulkové vyjádření výsledků přináší tabulka 7.

**Tabulka 7** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot Energetického indexu sledovaných sportovců (n = 13) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	<i>d</i>	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,200	0,083	0,2	0,9	1,0
NORM 1 vs. HYPO 1	0,402	0,300	0,1	0,7	0,7
NORM 2 vs. HYPO 2	0,002*	0,003*	0,8	6,7	4,1
NORM post vs. HYPO post	0,055	0,030*	0,6	3,1	2,7

\*statisticky významné hodnoty

#### *Celkové narušení nálad*

Celkového narušení nálad se týkaly hypotézy H2a, H2b a H2c. Předpokládali jsme, že průměrné hodnoty Celkového narušení nálad budou v hypoxii v průběhu TK, a po jeho skončení, vyšší než průměrné hodnoty ve stejném období v normoxii. Průkaznost měla být potvrzena statisticky významným výsledkem.

V prvním týdnu TK bylo Celkové narušení nálad v normoxii (NORM 1 = 21,2 bodu) dokonce vyšší než v hypoxii (HYPO 1 = 20,5 bodu). Rozdíl mezi jednotlivými měřeními však nebyl příliš výrazný. Výsledná p-hodnota (0,422) u Wilcoxonova testu se ani nepřibližuje statisticky významným hodnotám a Cohenovo d (0,1), jakožto míra věcné významnosti, přiřazuje tomuto rozdílu jen zanedbatelný efekt. Hypotézu H2a tedy zamítáme.

Výraznější změny pozorujeme v druhém týdnu TK, kdy oba testy – Wilcoxonův i t-test, prokázaly statisticky významný rozdíl (p-hodnota 0,039 resp. p-hodnota 0,016) mezi měřeními z normoxie (NORM 2 = 28,6 bodu) a přirozené hypoxie (HYPO 2 = 35,2 bodu). Rovněž i posouzení míry věcné významnosti Cohenovým d (0,7) poukazuje v tomto týdnu na střední efekt. Hypotézu H2b přijímáme.

Jen o něco málo méně průkazné rozdíly můžeme pozorovat mezi jednotlivými nadmořskými výškami při měření v odpočinkovém týdnu po TK. Zatímco Wilcoxonův test

vyhodnotil tento rozdíl na hranici statistické významnosti (p-hodnota 0,055), tak t-test zaznamenal statisticky významný výsledek (p-hodnota 0,022). Stejně jako při druhém týdnu TK, posouzení míry věcné významnosti Cohenovým  $d$  (0,6), přiřazuje tomuto rozdílu střední efekt. Vzhledem k tomu, že hlavní metodou posuzování rozdílu je Wilcoxonův test, hypotézu H2c zamítáme. Tabulkově vyjádření výsledků přináší tabulka 8.

**Tabulka 8** – Statistická a věcná významnost rozdílu průměrných hodnot Celkového narušení nálad sledovaných sportovců ( $n = 13$ ) v normoxii a hypoxii před, během TK a po něm

	Wilcoxonův test [p-hodnota]	t-test [p-hodnota]	$d$	$\bar{d}_r$ [%]	$\bar{d}$
NORM pre vs. HYPO pre	0,754	0,365	0,1	0,7	0,4
NORM 1 vs. HYPO 1	0,422	0,378	0,1	0,9	0,7
NORM 2 vs. HYPO 2	0,039*	0,016*	0,7	5,2	6,6
NORM post vs. HYPO post	0,055	0,022*	0,6	4,7	3,8

\*statisticky významné hodnoty

### *Případové studie*

Na základě výkonnostního kritéria jsme vybrané sportovce označili jako úspěšného a neúspěšného. Porovnávali jsme jejich výsledky měření ranní klidové srdeční frekvence, biochemického rozboru krve a dynamiky nálad.

Z výsledků pozorování je patrné, že dynamika srdeční frekvence, biochemické rozboru krve nebo sledování zdravotního stavu nepřinesly jednoznačné výsledky, na základě kterých by bylo možno předjímat sníženou výkonnost nebo nežádoucí navýšení únavových stavů. Přesvědčivější se za tímto účelem jeví změny emočních stavů. Především pak u úspěšného sportovce je dynamika nálad v rámci pozorovaných týdnů před, během TK a po něm, poměrně velká. U neúspěšného sportovce se dají již klidové hodnoty považovat za indikátor nějakého problému, ale pro přesnější posouzení by bylo nezbytné znát hodnoty jednotlivých faktorů také z období, které bylo pro atleta úspěšné. Z pohledu neúspěšného sportovce však můžeme hovořit o tom, že je zde jistý předpoklad možného stavu přetrénování nebo minimálně jeho počátku, jestliže by se pokračovalo v tréninkovém režimu bez omezení.

## Diskuze

Předkládaná disertační práce byla zaměřena na vrcholové sportovce definované dle vyhlášky č. 391/2013 Sb. o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu, vydané Ministerstvem zdravotnictví ČR v roce 2013 ([www.mzcr.cz](http://www.mzcr.cz), 2017). Z toho pak vyplývá především omezení v počtu probandů, které je možno pro daný výzkum zajistit. Naším cílem bylo provést šetření v podmínkách reálného tréninkového kempu běžců vrcholové úrovně.

Finální počet 13 probandů, který by v jiných typech studií mohl být považován za příliš nízký, je stále v souladu s podobnými výzkumy, využívajícími jako vzorek vrcholové sportovce. Obdobný počet probandů měl ve svých výzkumech v přirozené hypoxii např. Suchý (2012), ale i další výzkumníci ve světě (Smith a kol., 2011; Birrer a kol., 2013 aj.).

Uměle navozenou hypoxií, kde bychom příkladů, podobných našemu výzkumu, našli více, jsme se zabývali pouze okrajově. Podmínky takovýchto výzkumů jsou zcela odlišné a rovněž odezva organismu v oblasti psychiky a fyziologie sportovce na toto prostředí je rozdílná. Proto nelze výzkumy s využitím přirozené a uměle navozené hypoxie mezi sebou porovnávat bez určitých omezení.

Abychom docílili výsledného počtu probandů, kdy každý bude testován jak na úrovni normoxie, tak hypoxie, museli jsme realizovat v hypoxii dva tréninkové kempy v rozdílných lokalitách – ve Svatém Mořici (1760 m n. m.) ve Švýcarsku a v italském Melagu (cca 1820 m n. m.). Obě tréninková střediska od sebe dělí pouze cca 70 km vzdušnou čarou a kempy byly pořádány v rozmezí jednoho měsíce, takže lze hovořit rovněž o velmi podobných klimatických podmínkách a podobném prostředí. U obou lokalit je obdobná nadmořská výška a byla realizována stejná forma tréninku, tedy LHTH (live high – train low).

Původním záměrem naší disertační práce bylo získat komplexní data u všech sportovců, podobně jako tomu bylo v případě kazuistického šetření. Tedy hodnoty dotazníku POMS doplnit o ranní klidovou srdeční frekvenci a biochemický rozbor krve. Nicméně, data získaná z měření srdeční frekvence, byla často neúplná nebo jsme je vyhodnotili, díky častým odlehlým hodnotám jako pochybná. Na tento možný problém upozorňujeme i v kazuistice. Design našeho výzkumu předpokládal minimální zásah do standardního režimu sportovce, proto jsme po atletech nežádali ranní měření sporttesterem, ale pouze palpační. Toto vyšetření si sportovci realizovali sami. Na základě zjištěných výsledků, jsme usuzovali na možnou chybu v měření, pokud se hodnoty lišily skokově i mimo období aklimatizace. Mnohem častějším problémem však

byly scházející hodnoty, kdy si sportovec zapomněl srdeční frekvenci změřit nebo ji měřil v jinou dobu než standardně ihned po probuzení. Což vyplynulo až zpětně na základě doplňujících rozhovorů. Úplná data jsme proto využili především u kazuistického šetření. Obdobné výzkumy (Suchý, 2012) přitom podobnou chybovost neměly, a proto jsme tuto chybu neočekávali. Vzhledem k tomu, že na výzkumu participovali také mladší atleti, mezi 18–20 lety, u kterých zatím nejsou standardní součástí kontroly trénovanosti pravidelné odběry krve, upustili jsme od našeho původního záměru získat krevní vzorky také u této skupiny sportovců. Získané hodnoty z biochemického rozboru krve, využitě v kazuistikách, jsou tak převzaté z tréninkových deníků sportovců, u kterých jejich osobní trenéři tuto kontrolu již vyžadují. Protože jsme data získali výše uvedeným způsobem, nepovažovali jsme za nutné žádat o souhlas s naším výzkumem etickou komisí, byť jsme toto zvažovali. Všichni účastníci výzkumu však s participací na našem projektu a využitím dat z tréninkových deníků dobrovolně souhlasili a podepsali informovaný souhlas.

Jako klidové hodnoty jsme určili, stejně jako např. Kenttä a kol. (2006), hodnoty získané první den tréninkového kempu (den po příjezdu) a nejedná se tedy o průměr za celý předchozí týden. Proto tyto hodnoty, získané pouze jedním měřením, považujeme spíše za orientační. Sportovci a trenéři dostali instrukce, aby atlet přijel na tréninkový kemp dostatečně odpočínutý a bylo možné považovat hodnoty prvního dne za skutečně klidové.

Shrnutí hlavních přínosů a limitů předkládané disertační práce:

- + výzkum odpovídá současnému trendu využívání neinvazivních prostředků kontroly trénovanosti ([www.iaaf.org](http://www.iaaf.org), 2012)
- + využití jednoduché neinvazivní metody kontroly trénovanosti a vysoká návratnost dotazníku POMS,
- + realizace výzkumu v přirozeném prostředí a během reálných tréninkových kempů,
- + využití vrcholových sportovců jako probandu,
- možnost vlivu rušivých proměnných
- 2 rozdílné tréninkové kempy,
- absence více metod kontroly trénovanosti u většiny sportovců
- nízký počet probandů,
- schází vhodnější laboratorní baterie testů (např.  $VO_{2max}$ ).



## Závěr

Stanovené cíle a úkoly práce se podařilo naplnit a výzkum realizovat v souladu se zvolenou metodikou.

Cílem studie bylo zjistit, zda při pobytu a tréninku v přirozeném hypoxickém prostředí dojde ke statisticky významné změně ( $p < 0,05$ ) v dynamice nálad, měřených dotazníkem POMS, oproti pobytu a tréninku v normoxii. Dále jsme porovnávali a ověřovali možnosti neinvazivní metody kontroly trénovanosti v hypoxii. Studie měla charakter kvaziexperimentu a dokončilo jí 13 ze 16 probandů. Součástí studie jsou také dvě kazuistiky, ve kterých jsme analyzovali podrobněji další metody kontroly trénovanosti. Za účelem získání dat o probandech byly využity kvantitativní i kvalitativní metody. Cíle a úkoly naší práce byly splněny.

Z výsledků měření dotazníkem POMS je patrné, že ke změnám v dynamice nálad docházelo především v druhém týdnu TK v přirozené hypoxii. Statisticky významné změny ( $p < 0,05$ ) byly pozorovány během tohoto období u faktoru hněvu, faktoru únavy, Energetického indexu a Celkového narušení nálad. Negativní změny nastaly vždy v prostředí přirozené hypoxie. Z pohledu věcné významnosti jsme v druhém týdnu TK v přirozené hypoxii zjistili velký efekt u faktoru únavy a Energetického indexu. Střední efekt byl pozorován u faktoru deprese, vitality a u Celkového narušení nálad. Faktor hněvu, u něhož jsme zjistili statisticky významný výsledek, má pouze malý efekt.

Další statisticky významné změny ( $p < 0,05$ ) jsme zjistili již pouze v rámci posuzování získaných dat t-testem, jako pomocné metody analýzy dat, a týkaly se především týdne po TK v přirozené hypoxii. Jednalo se o negativní změny u faktoru vitality, Energetického Indexu a Celkového narušení nálad. Těmto změnám byl z hlediska věcné významnosti přiřazen také nejvyšší pozorovaný efekt a to střední efekt.

Dílní změny u jednotlivých faktorů se při změně nadmořské výšky projeví výrazněji ve složených parametrech – Energetickém indexu a Celkovém narušení nálad. Tyto složené parametry jsme posuzovali také v rámci námi stanovených hypotéz.

Hypotéza č. 1a (H1a) předpokládala statisticky významné snížení ( $p < 0,05$ ) průměrných hodnot Energetického indexu v prvním týdnu TK v přirozené hypoxii oproti stejnému období v normoxii. V prvním týdnu TK však byly průměrné hodnoty Energetického indexu oproti očekávání vyšší v přirozené hypoxii, byť nepatrně. Proto hypotézu H1a zamítáme.

U hypotézy č. 1b (H1b) jsme očekávali statisticky významné snížení ( $p < 0,05$ ) průměrných hodnot Energetického indexu v druhém týdnu TK v přirozené hypoxii oproti

stejnému období v normoxii. Vzhledem k tomu, že toto statisticky významné snížení nastalo, hypotézu č. 1b (H1b) přijímáme.

Hypotéza č. 1c (H1c) rovněž předpokládala statisticky významné snížení ( $p < 0,05$ ) průměrných hodnot Energetického indexu v přirozené hypoxii, ale tentokrát v týdnu po ukončení TK. Hodnoty jsme pak porovnávali se stejným obdobím TK v normoxii. Statisticky významný rozdíl zde byl vyhodnocen pouze t-testem a nikoli také Wilcoxonovým testem, který jsme určili jako hlavní metodu, a proto danou hypotézu zamítáme.

Hypotéza č. 2a (H2a) očekávala, že dojde v průběhu prvního týdne TK v přirozené hypoxii ke statisticky významnému zvýšení ( $p < 0,05$ ) průměrných hodnot Celkového narušení nálad, než ve stejném období TK v normoxii. K danému zvýšení hodnot nedošlo, a proto tuto hypotézu H2a zamítáme.

Předmětem hypotézy č. 2b (H2b) byl předpoklad, že během druhého týdne TK v přirozené hypoxii dojde ke statisticky významnému zvýšení ( $p < 0,05$ ) průměrných hodnot Celkového narušení nálad oproti stejnému období TK v normoxii. Tato předpokládaná změna nastala, a proto hypotézu H2b přijímáme.

Hypotéza č. 2c (H2c) se vztahovala k týdnu po TK. Očekávali jsme, že průměrné hodnoty Celkového narušení nálad budou v tomto týdnu statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) po TK v přirozené hypoxii, než ve stejném týdnu po TK v nížině. Wilcoxonovým testem jsme nezjistili statisticky významný rozdíl, a proto hypotézu H2c zamítáme.

Všechny výše uvedené změny chápeme jako projev zvýšené únavy sportovců právě v druhém týdnu TK v hypoxii. Stejně tak lze z výsledků odvodit, že efekt náročnějšího hypoxického prostředí přetrval v podobě zvýšené únavy i v týdnu po TK. Ačkoliv je potřeba jednotlivé výsledky a především velikost změn posuzovat individuálně, lze konstatovat, že dotazník POMS může být využit jako neinvazivní metoda kontroly trénovanosti také v přirozeném hypoxickém prostředí pro běžce na střední a dlouhé tratě a může přispět k včasnému odhalení možného přetrénování.

Z dalších neinvazivních metod kontroly trénovanosti v hypoxii jsme ještě posuzovali změny ranní klidové SF, které jsme dávali do souvislosti jak se změnou nálad sportovce, tak s invazivní metodou kontroly trénovanosti s využitím biochemického rozboru krve. V jednotlivých případových studiích nám byla jistým ukazatelem snížená či zvýšená výkonnost. Podle hodnot ranní klidové SF ani podle biochemického rozboru krve nelze, na rozdíl od hodnot z dotazníku POMS, jednoznačně říct, u kterého sportovce je

předpoklad snížené výkonnosti. Tyto výsledky však nelze zobecnit a k přesnějšímu tvrzení by bylo za potřebí více podobných výzkumů.

## Literatura

BARDWELL, Wayne A.; ENSIGN, Wayne Y.; MILLS, Paul J. Negative mood endures after completion of high-altitude military training. *Annals of Behavioral Medicine*, 2005, 29.1: 64-69.

BIRRER, Daniel, a kol. Prevalence of non-functional overreaching and the overtraining syndrome in Swiss elite athletes. *Schweiz Z Sportmedizin Sporttraumatol*, 2013, 61: 23-29.

BUDGETT, Richard. Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *British journal of sports medicine*, 1998, 32.2: 107-110.

HANIN, Yuri L. *Emotions in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics, c2000. ISBN

HENDL, Jan. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 3., přeprac. vyd. Praha: Portál, 2009. ISBN 9788073674823.

HOFFMAN, Martin D.; HOFFMAN, Debi R. Exercisers achieve greater acute exercise-induced mood enhancement than nonexercisers. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2008, 89.2: 358-363.

CHAPMAN, Robert F., a kol. Impairment of 3000-m run time at altitude is influenced by arterial oxyhemoglobin saturation. *Medicine and science in sports and exercise*, 2011, 43.9: 1649-1656.

KENTTÄ, Göran; HASSMÉN, Peter; RAGLIN, John S. Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. *European Journal of Sport Science*, 2006, 6.4: 245-253.

KOBRICK, J. L.; JOHNSON, R. F. *Effects of hot and cold environments on military performance*. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine. Technical Report T7-92, 1992.

LANE, Andrew M., a kol. Mood responses to athletic performance in extreme environments. *Journal of sports sciences*, 2004, 22.10: 886-897.

LANE, Andrew M. a TERRY, Peter C. The nature of mood: Development of a conceptual model with a focus on depression. *Journal of applied sport psychology*, 2000, 12.1: 16-33.

MÁČEK, Miloš; RADVANSKÝ, Jiří. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.

MÁČEK, Miloš.; MÁČKOVÁ, Jiřina; RADVANSKÝ, Jiří. Syndrom přetrénování. *Med Sport Boh Slov*, 2003, 12.1: 1-13.

MCNAIR, D. M.; LORR, M.; DROPPelman, L. F. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service; 1971. *Manual for the profile of mood states*.

MORGAN, W. P., a kol. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British journal of sports medicine*, 1987, 21.3: 107-114.

O'CONNOR, P.J., MORGAN, W.P.; RAGLIN, J.S. (1991). Psychobiologic effects of 3 days of increased training in female and male swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1055-1061.

SHUKITT-HALE, Barbara; RAUCH, Terry M.; FOUTCH, Richard. Altitude symptomatology and mood states during a climb to 3,630 meters. *Aviation, space, and environmental medicine*, 1990.

SLIVKA, D.R.; HAILES, W.S.; CUDDY, J.S.; RUBY, B.C. *Effects of 21 Days of Intensified Training on Markers of Overtraining*. Journal of Strength & Conditioning Research, October 2010 Vol.24 (10): 2604-2612.

STUHLÍKOVÁ, I.; MAN, F.; HAGTVET, K. Dotazník k měření afektivních stavů: konfirmační faktorová analýza krátké české verze. *Československá psychologie*, 2005, 49.5: 459-467.

SUCHÝ, Jiří. *Využití hypoxie a hyperoxie ve sportovním tréninku*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2012, 201 s. ISBN 978-802-4620-169.

TERRY, Peter. The efficacy of mood state profiling with elite performers: A review and synthesis. *The Sport Psychologist*, 1995, 9.3: 309-324.

VERDE, T.; THOMAS, S.; SHEPHARD, R. J. Potential markers of heavy training in highly trained distance runners. *British Journal of Sports Medicine*, 1992, 26.3: 167-175.

WILBER, Randall L. Application of altitude/hypoxic training by elite athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2007, 39.9: 1610-1624.

WILLIAMS, Tracy J., a kol. Mood state and running economy in moderately trained male runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 1991, 23.6: 727-731.

### **Elektronické zdroje:**

*IOC Needle Policy* [online]. [cit. 2016-20-11]. Dostupné z: <https://stillmed.olympic.org/media/>

*Medical Manual IAAF 2012* [cit. 2016-06-01]. Dostupné z: <https://www.iaaf.org/about-iaaf/documents/medical>

*Ministerstvo zdravotnictví ČR* [online]. [cit. 2017-03-04]. Dostupné z: [http://www.mzcr.cz/legislativa/dokumenty/specificke-zdravotni-sluzby\\_6101\\_1786\\_11.html](http://www.mzcr.cz/legislativa/dokumenty/specificke-zdravotni-sluzby_6101_1786_11.html)