



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**Ověření vlivu vysokohorského
tréninkového kempu na úroveň
trénovanosti – hodnotu laktátových prahů
u adolescentních běžců**

Vypracoval: Bc. Jakub Man

Vedoucí práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2022



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Graduation thesis

**Verification of the influence of an altitude
training camp on the level of endurance
performance - the value of lactate
thresholds in adolescent runners**

Author: Bc. Jakub Man

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2022

Bibliografická identifikace

Název kvalifikační práce: Ověření vlivu vysokohorského tréninkového kempu na úroveň trénovanosti – hodnotu laktátových prahů u adolescentních běžců
Jméno a příjmení autora: Jakub Man

Studijní obor: Učitelství tělesné výchovy pro SŠ

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí kvalifikační práce: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

Rok obhajoby kvalifikační práce: 2022

Abstrakt:

Práce se zabývá ověřením vlivu vysokohorského kempu na úroveň trénovanosti u adolescentních běžců. Do experimentu bylo zařazeno 19 probandů adolescentního věku, kteří se aktivně věnují atletice minimálně 2 roky. Experimentální skupiny tvořilo 11 probandů, z toho bylo 7 mužů a 4 ženy, kontrolní skupina obsahovala 8 probandů, 4 muže a 4 ženy. Tréninkové zatížení obou skupin bylo stanoveno na subjektivně stejné úrovni zátěže, intenzity i objemu. K testování byl využit atletický stadion v Českých Budějovicích na Sokolském ostrově. Pro získání hodnot koncentrace laktátu v krvi bylo využito přístroje Lactate Scout. Hlavním sledovaným parametrem byla změna rychlosti běhu při 2, 4, 6 a 9 mmol laktátu v krvi. Byl prokázán vliv vysokohorského soustředění na rychlost běhu, průměrná hodnota dosažených změn byla $6,67 \pm 5,51 \%$, došlo k významnému zvýšení rychlosti běhu na daných prazích. U skupiny kontrolní byla věcná významnost s žádným efektem, průměrné dosažené změny rychlosti běhu byly $0,80 \pm 0,96 \%$. Naše výsledky potvrdily, že vysokohorské podmínky mají pozitivní vliv i na sportovce adolescentního věku.

Klíčová slova: vytrvalost; tréninkový tábor; testování; běh; mládí; laktátové testy

Bibliographical identification

Title of the graduation thesis: Verification of the influence of an altitude training camp on the level of endurance performance - the value of lactate thresholds in adolescent runners

Author's first name and surname: Jakub Man

Field of study: Physical education teacher for secondary schools

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2022

Abstract:

The paper is focused on the verification mountain camp effects on the training level of adolescent runners. Nineteen adolescent participants agreed to take a part in the research. They had to have at least 2 years of experience in athletics to be considered as a sufficient research sample. Experimental group was consisted of 11 participants, 7 males and 4 females, control group was consisted of 8 participants, 4 males and 4 females. Training load, intensity and volume was adequately aligned to the same level for both groups. The experimental part was done in athletic stadium Sokol, in Ceske Budejovice. Lactate Scout device was used for examining lactate concentration in the blood. The main monitored data was running speed change in blood lactate of 2, 4, 6, and 9 mmol. There was established an effect of mountain camp training on running speed, average change value was $6.67 \pm 5.51\%$, there was significant increase in running speed in given thresholds. There was substantive significance in control group with no effect, average running speed change was $0,80 \pm 0,96 \%$. Our results agreed that mountain conditions have also a positive effect on adolescent athletes.

Keywords: endurance, training camp, testing, run, adolescent, lactate tests

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji kvalifikační práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své kvalifikační práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum.....

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu PhDr. Petru Bahenskému, Ph.D. za zapůjčení materiálů, cenných rad a odborných konzultací. Dále za možnost využití přístrojů ze zátěžové laboratoře KVTS a všem probandům zapojených do experimentu.

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Metodologie.....	9
2.1 Cíl, úkoly a hypotézy	9
2.1.1 Cíl práce	9
2.1.2 Úkoly práce	9
2.1.3 Hypotézy	9
2.2 Použité metody výzkumu	10
2.2.1 Obsahová analýza	10
2.2.2 Metoda měření	10
2.2.3 Komparativní metoda	10
2.2.4 Věcná významnost	11
2.2.5 Statistická významnost	11
2.3 Rešerše literatury	11
3 Přehled poznatků	15
3.1 Vyšší nadmořská výška	15
3.2 Sportovní trénink a vyšší nadmořská výška.....	15
3.3 Klasifikace nadmořské výšky	19
3.4 Historie využívání výšky ve sportovním tréninku	19
3.5 Vliv hypoxie na fyziologické parametry	21
3.6 Vazba, transport, spotřeba kyslíku, krevní obraz a vyšší nadmořská výška.....	23
3.7 Fáze adaptace na vyšší nadmořskou výšku	24
3.8 Tréninkové cykly	25
3.9 Zotavení a regenerace	27
3.10 Výživa a pitný režim během výkonu	31
3.11 Aerobní a anaerobní získávání energie	32
3.12 Laktát a jeho měření.....	33
3.13 Diagnostika trénovanosti.....	38
4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh	42
4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu	42
4.2 Charakteristika souboru	43
4.3 Sběr dat.....	44
5 Výsledky	45
5.1 Rychlost běhu	45
5.1.1 Rychlost běhu v km/h při 2 mmol.....	45
5.1.2 Rychlost běhu v km/h při 4 mmol.....	47
5.1.3 Rychlost běhu v km/h při 6 mmol.....	49
5.1.4 Rychlost běhu v km/h při 9 mmol.....	51
5.2 Srdeční frekvence	53
5.2.1 Srdeční frekvence při 2 mmol	53
5.2.2 Srdeční frekvence při 4 mmol	55
5.2.3 Srdeční frekvence při 6 mmol	57
5.2.4 Srdeční frekvence při 9 mmol	60
6 Diskuse	62
7 Závěr.....	66
Referenční seznam literatury.....	68

Poznámkový aparát	71
Seznam obrázků	72

1 Úvod

Běh na střední a dlouhé tratě je individuální disciplínou atletiky. Atletika je sportovní odvětví, které zahrnuje přirozené pohybové stereotypy (běhy, skoky, chůzi, vrhy a hody). Atletika obsahuje velkou pestrost pohybů cyklických, acyklických i smíšených podle charakteru zvolené disciplíny. Zajišťuje všestranný rozvoj, výhodou je že atletické cvičení lze aplikovat i v přírodních podmínkách a neztrácí na kvalitě ba naopak přispívá k pestrosti a využitelnosti i v běžném životě či jiných sportovních disciplínách. Dalo by se tvrdit, že každý sport využívá aspoň malou část z přípravy atletů pro zdokonalení, zlepšení či k pouhému doplnění tréninkového procesu v jiném odvětví sportovní přípravy. V české republice se atletice věnuje necelé 2 % lidí. Přestože se atletika považuje za královnu sportu, v žebříčku oblíbenosti na území České republiky se řadí až na 38 místo. Atletika je nejpopulárnější pro věkové rozmezí 12 až 19 let. Běh je nedílnou součástí pohybu člověka. Pro zvýšení vytrvalostních schopností se běžně využívá specializované tréninkové přípravy, která je individuálně přizpůsobena pro danou osobu. Aktuální možnosti sledování fyziologických parametrů v průběhu tréninkové jednotky i mimo ni je čím dál jednodušší s využitím chytrých hodinek. Testování sportovců je běžná věc, která pomáhá k nastavení budoucího tréninkového zatížení, ale i k ověření kvality tréninkového procesu. Téma této diplomové práce mě osobně zaujalo především zapojením vysokohorské přípravy. Osobně jsem měl možnost si vyzkoušet a sám na sobě vnímat pocity, které působí na člověka během aktivity ve vysokohorském prostředí. Shodou náhod jsem aktivně strávil deset dní v okolí města Livigna v Itálii stejně jako probandi zapojení do výzkumu, akorát v jiném čase. Osobní zkušenost zájem o toto téma navýšil. Tato diplomová práce obsahuje výsledky získané testováním dvou skupin probandů. První skupina probandů absolvovala vysokohorský tréninkový kemp a druhá skupina totožný tréninkový plán odtrénovala v běžných podmínkách domácího atletického stadionu v nížině. Porovnání výsledků obou skupin poukazuje na možnosti využití vyšší nadmořské výšky v tréninkovém procesu.

2 Metodologie

2.1 Cíl, úkoly a hypotézy

2.1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je analyzovat vliv vysokohorského tréninkového pobytu v nadmořské výšce 1 800 m n. m. na anaerobní a aerobní laktátový práh u adolescentních běžců na střední a dlouhé tratě. Vliv bude měřen prostřednictvím terénního laktátového testu s využitím přístroje z Laboratoře funkční zátěžové diagnostiky na KTVS.

2.1.2 Úkoly práce

- Pomocí obsahové analýzy provést rešerši relevantní odborné literatury
- Stanovit teoretická východiska
- Stanovit metodický postup
- Stanovení metodiky vlastního experimentu
- Zajištění prostoru a techniky potřebné k experimentu
- Výběr sledovaného souboru – členové širší české mládežnické špičky v běžích na střední a dlouhé tratě
- Provedení vlastního výzkumu
- Zpracování dat z terénního testování
- Vyhodnocení získaných údajů na základě měření, obsahové analýzy, porovnání se stávajícími publikacemi
- Závěry pro praxi – publikování výsledků analýzy vysokohorského tréninku, doporučení pro další sportovce

2.1.3 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 2 mmol laktátu v krvi.

H2: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 4 mmol laktátu v krvi.

H3: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 6 mmol laktátu v krvi.

H4: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 9 mmol laktátu v krvi.

2.2 Použité metody výzkumu

2.2.1 Obsahová analýza

Metoda obsahové analýzy dává možnost objektivního, systematického a kvalitativního popisu písemných či ústních projevů a jejich rozborů. Využívá rozborů především vědecké literatury, dále novin, časopisů, filmů, životopisů, osobní korespondence apod. Jedná se o zpracování a slovní vyjádření řešeného problému (Štumbauer, 1989).

2.2.2 Metoda měření

Metodou měření rozumíme způsob, jakým je možno měřit veličinu. Protože určitou veličinu lze často měřit různým způsobem, rozlišujeme různé měřicí metody pro měření jedné veličiny. Měřicí metoda záleží jednak na povaze samotné veličiny, dále na tom, jaké přístroje nebo zařízení máme k dispozici, a jaké máme nároky na přesnost. Metody lze kategorizovat podle různých kritérií. Podle způsobu určení měřené veličiny se měřicí metody dělí na: Přímé měřicí metody, kdy se výsledek měření získá odečtením údaje jediného přístroje, např. měření vzdálenosti pomocí metru. Nepřímé měřicí metody zahrnují označení všech ostatních metod, kdy se výsledek měření získá výpočtem hodnoty funkce jedné nebo více proměnných. Hodnoty těchto proměnných se získají pomocí přímých měřicích metod (Štumbauer, 1989).

Naše měření probíhalo na Sokolském stadioně v Českých Budějovicích. K měření bylo využito speciálního přístroje (Lactate Scout) na zjišťování hladiny laktátu v krvi, který byl vypůjčen ze zátěžové laboratoře Jihočeské Univerzity z katedry tělesné výchovy a sportu. Dále pro měření srdeční frekvence bylo využito hrudního pásu (Polar H7).

2.2.3 Komparativní metoda

Komparativní metoda se stala základem pro klasifikaci. Tato metoda porovnává více výsledků mezi sebou, zkoumá jejich shody a odlišnosti, na základě, kterých stanovujeme naše závěry. Touto metodou jsme porovnávali všechny probandy jednotlivě mezi sebou. Následovně skupinu, která absolvovala vysokohorský kemp s kontrolní skupinou (Štumbauer, 1989).

2.2.4 Věcná významnost

Pro hodnocení věcné významnosti jsme využili Cohenovo d , které lze použít pro hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými, a použili jsme běžně používanou velikost koeficientu d :

- $d = 0,20$ až $0,50$ – malý efekt
- $d = 0,50$ až $0,80$ – střední efekt
- $d \geq 0,8$ – velký efekt (Hendl, 2004; Blahuš, 2000).

Tuto metodu jsme využili pro porovnání dosažených změn u jednotlivých skupin.

2.2.5 Statistická významnost

Pro statistickou významnost jsem využil ANOVU s hladinou významnosti ($p < 0,05$). ANOVA je obdobou t -testu, ale pro větší počet skupin. ANOVA analýzu jsme využili k prokázání vlivu tréninku ve vyšší nadmořské výšce. ANOVA analýza pracuje se změnami obou skupin současně (Hendl, 2004; Blahuš, 2000).

2.3 Rešerše literatury

Bahenský, P., & Bunc, V. (2018). *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. Tato publikace je silnou oporou k získání přehledu poznatků, týkajících se běhu na střední a dlouhé tratě. V naší práci jsem ji primárně využil ke zpracování zón zatížení.

Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Tato publikace je přímo určená studentům tělovýchovných oborů, obsahuje velké množství informací potřebných k pochopení procesů během sportovní zátěže organismu. Osobní využití v této práci bylo v kapitole laktát a jeho měření, kde se pojednává o významu, vzniku a odbourávání laktátu.

Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence: jak zvýšit kondici, vytrvalost, laktátový práh, výkon*. Praha: Grada. Publikace zabývající se srdeční frekvencí a možnostmi, které nám její sledování během zátěže i mimo zátěž přináší. Využití v této práci bylo v teoretických poznatcích o trénovanosti a možnostech aplikace zátěžových testů ve sportovní přípravě.

Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česka kinantropologie*, 4(2), 53–72. Informace od tohoto autora byly využity

pro zpracování metod výzkumu. Především pro věcnou významnost hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými parametry.

Bolek, E. (2008). *Adaptace na vyšší nadmořskou výšku*. Praha: Olympia. Tato publikace byla využita ke zpracování teoretické části působení vysokohorského prostředí na lidský organismus.

Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK. Tato publikace byla využita k čerpání informací k diagnostice trénovanosti. Přehledu výhod a nevýhod terénního a laboratorního testování.

Bunc, V. (2003). *Determinanty sportovního tréninku dětí a mládeže*. Praha: Fakulta tělesné výchovy a sportu UK. Stejně jako předchozí publikace od tohoto autora byla využita v kapitole, která pojednává o možnostech využití jiného pohybového stereotypu při zátěžovém testu, než je závodní disciplína a ovlivnění výkonu.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Porměšil, J., Vávrová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia. Obsáhlá publikace využita v několika kapitolách této práce. Především pro zotavení a regeneraci po zátěži.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia. Přepřacovaná publikace, která byla využita ke zpracování tréninkových cyklů.

Fořt, P. (2004). *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha: Grada. Tato publikace byla využita pro teoretickou část zabývající se aerobním a anaerobním získáváním energie při sportovním výkonu.

Ganong, W. F. (1999). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: H&H. Tato publikace byla využita k získání informací, které pojednávají o využití kardiovaskulární soustavy pro zásobení organismu kyslíkem.

Hendl, J. (2004). *Přehled praktických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál. Tato publikace byla využita pro metodologii zpracování dat výzkumu, konkrétně pak pro věcnou a statistickou významnost.

Kobela, P. (2007). *Uplatnenie optimálnej tréningovej metódy v príprave 17–18 ročných biatlonistov v závislosti na délce a miste pobytu ve středohoří* (Disertační práce, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, Slovensko). Získáno z

<https://journals.muni.cz/studiasportiva/article/view/7339/7013>. Informace od tohoto autora byly využity v přehledu klasifikace nadmořské výšky. Pohled na rozdělení nadmořské výšky sdílí i s autory Görnerem a Kompánem, kteří využívají stejné dělení pro označování pásem nadmořské výšky.

Korčok, P., & Pupiš, M. (2006). *Všetko o chůdzi*. Banská Bystrica: FHV UMB. Tato publikace byla využita pro zpracování rozdělení nadmořské výšky. Autoři se shodují s názorem autorů Kobely, Gögnera a Kompána.

Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti – činnosti – výkony*. Olomouci: Univerzita Palackého. Tato publikace byla využita k získání informací o zátěžové diagnostice a důvody opakovaného testování v průběhu celé přípravy.

Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada. Přestože je v názvu slovo fotbal a tato práce se zabývá atlety, byla tato publikace využita pro získání informací týkajících se aerobních a anaerobních prahů.

Pupiš, M., & Korčok, P. (2007). *Hypoxia jako součást sportovnej přípravy*. Banské Bystrica: Univerzita Mateja Bela FHV. Hlavní poznatky této publikace byly využité v oblasti adaptačních procesů organismu sportovce na změnu nadmořské výšky.

Robergs, R. A., & Robergs, S. (1997). *Exercise physiology: exercise, performance, and clinical applications*. St Louis: Mosby. Tato publikace byla využita pro zpracování vlivu hypoxie na fyziologické parametry a možnosti aplikace ve sportovní přípravě.

Rydlo, M. (1995). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže I*. Ostrava: Ostravská univerzita. Tato publikace byla využita v kapitole zabývající se transportní schopností krve v souvislosti s nutností dostatečného zásobení kyslíkem pracujících svalů.

Sekera, J., & Vojtěchovský, O. (2008). *Cyklistika: průvodce tréninkem*. Praha: Grada. Publikace byla využita v tématu aerobního a anaerobního získávání energie.

Sherry, E., & Wilson, S. F. (1998). *Oxford handbook of sports medicine*. Oxford: University Press. Tato publikace byla využita v kapitole zabývající se vlivy nadmořské výšky na lidský organismus, a především na změny probíhající téměř okamžitě po příjezdu do vyšší nadmořské výšky.

Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2016). *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. Praha: Grada Publishing. Tato publikace představila medicínský pohled a rozdělení hypoxie.

Suchý, J. (2012). *Využití hypoxie a hyperoxie ve sportovním tréninku*. Praha: Karolinum. Využití této publikace bylo silně spjato s nadmořskou výškou, přesně jak je z názvu patrné. Představil další pohled na možnosti rozdělení nadmořské výšky do určitých pásem.

Štumbauer, J., (1989). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: pedagogická fakulta v Českých Budějovicích. Tato publika nám poskytla důležité poznatky pro zpracování metod výzkumu v této práci.

Tvrzník, A., Soumar, L., & Soulek, I. (2004). *Běhání*. Praha: Grada. Z této publikace bylo čerpáno v kapitole laktát a jeho měření. Bylo využito přehledného obrázku vlivu trénovanosti na tvar laktátové křivky, který názorně ukazuje možnosti dosažení změn vlivem tréninkového procesu.

Wilber, R., L. (2004). Effect of FIO₂ on oxidative stress during interval training at moderate altitude. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 36(11), 1888-1894. Velice obsáhlá publikace týkající se nadmořské výšky s možností využití ve sportovní přípravě a jejího historického využití. Autorovo dělení nadmořské výšky se shoduje s českým autorem Suchým.

3 Přehled poznatků

3.1 Vyšší nadmořská výška

Počet molekul kyslíku (O), dusíku (N) a oxidu uhličitého (CO₂) na jednotku objemu vzduchu je na úrovni moře zásadním způsobem odlišný než v horách. Barometrický tlak je závislý na koncentraci molekul. S každými 1 000 m n. m. klesá cca o 12 %. Například při konání letních Olympijských her v Mexiko City v roce 1968, které je položeno v nadmořské výšce 2 240 m n. m., je tlak vzduchu o čtvrtinu nižší než v úrovni hladiny moře. Taktéž se snižuje s každými 1 000 m nadmořské výšky i hustota vzduchu, a to přibližně o 8 %. Na úrovni hladiny moře dosahuje 1,22 kg.m⁻³ a ve výšce 2 000 m n. m. 1,01 kg.m⁻³ (Jokl, 1986).

Změna nadmořské výšky s sebou přináší velké množství změn, se kterými si organismus musí poradit. Nadmořská výška ovlivňuje lidský organismus v různých výškách odlišným způsobem. Barometrický tlak klesá o 12 % na 1 000 m a parciální tlak kyslíku se s nadmořskou výškou zvyšuje. Se stoupající nadmořskou výškou se teplota vzduchu snižuje o 1 °C každých 150 m. Teplotu může ovlivňovat vítr. Horský vzduch se liší od vzduchu v nížinách především tlakem vodních par. Tlak vodních par klesá přibližně o 25 % na 1 000 výškových metrů. Při dýchání se znásobuje výdej vody ze sliznic průdušek. Větší propustnost atmosféry přináší vyšší intenzitu ultrafialového záření asi o 20-30 % na každých 1 000 m výšky. Intenzitu slunečního záření zvyšuje i odraz od sněhu. Všechny tyto vnější vlivy vyvolávají reakce organismu (Dovalil et al., 2012).

3.2 Sportovní trénink a vyšší nadmořská výška

Přestože se věda a různé výzkumy tímto směrem ubírají, stále nejsou všechny otázky tréninku s využitím nižšího tlaku vzduchu zcela vyřešeny. Pohlížet na využití nižšího parciálního tlaku vzduchu je možné ze dvou naznačených směrů.

- Příprava na soutěž, která se bude konat ve vyšší nadmořské výšce
- Využití vyšší nadmořské výšky pro zlepšení kondičních předpokladů pro následné vrácení do nížiny (Dovalil et al., 2002).

Využití vysokohorského tréninku může naplňovat jak zvýšení kondičních předpokladů sportovce, tak i speciální přípravu, kterou je myšleno příprava na následující závody v nížině (Suchý, 2012).

U některých autorů se můžeme setkat s možností pohlížet na využití vyšší nadmořské výšky v tréninkovém procesu jako na způsob legálního dopingu. Přestože k 1. lednu 2009 světová antidopingová agentura považuje za doping, který může přímo souviset se zvyšováním přenosu kyslíku, následující procedury a substance:

- Krevní doping včetně užití autologní, homologní nebo heterologní krve nebo červených krvinek a jim podobných produktů jakéhokoli původu
- Umělé zvyšování spotřeby, přenosu nebo dodávky kyslíku, zahrnující modifikované hemoglobinové produkty

O zákazu využití pobytu v přirozené nebo umělé nadmořské výšce a ani o suplementaci koncentrovaným kyslíkem se v seznamu zakázaných látek a prostředků neseťkáte (Suchý, 2012).

Nedílnou součástí tréninkového procesu sportovců různých výkonností i zaměření se stala příprava v hypoxickém prostředí. Tento druh tréninku do svého ročního plánu zahrnují především sportovci vytrvalostního charakteru (atleti, cyklisté, běžci na lyžích, triatlonisté apod.). Hlavními důvody využívání tréninkových kempů v hypoxickém prostředí jsou navýšení výkonnosti po návratu do nížiny a příprava na soutěže konané ve vyšších nadmořských výškách. Přestože doporučená délka pobytu je alespoň tři týdny, mnoho tréninkových skupin vyráží na tréninkové kempy do hypoxického prostředí i na kratší dobu. Je prokázáno zlepšení výkonnosti i po deseti dnech (Bahenský & Malátová, 2018; Suchý & Opočenský, 2015). Využívá se tedy i zkrácených kempů s přesvědčením, že i tato doba strávená ve vyšší nadmořské výšce než doba doporučená pro plnou adaptaci, bude pozitivně ovlivňovat výkonnost sportovců (Bahenský & Suchý, 2015). Další možnosti, jak použít uměle navozený stav hypoxie, využívají především sportovci, kteří nemohou vycestovat. Používají se hypobarické či normobarické domy, stany nebo komory. Dříve se používaly i masky, které se dnes používají především pro zrychlení regenerace navozením nížiny při pobytech ve výšce. Je několik kombinací využití pobytu a tréninku v hypoxii nebo v nížině. Hlavní kombinace běžně využívané sportovci jsou:

- Pobyt a trénink v hypoxii (live high, train high-LHTH)
- Pobyt v hypoxii a trénink v normoxii (live high, train low-LHTL)

- Pobyť v normoxii a tréning v hypoxii (live low, training high-LLTH) (Pernica, Harsa, & Suchý, 2019; Suchý et al., 2014; Vaněk, 1968).

Model pobytu i tréningu v hypoxii (LHTH). Tento model se charakterizuje hlavním rysem, bydlím i trénuji v nadmořské výšce od 1 500 do 4 000 m n. m. Cílem je navýšit transportní kapacitu organismu. Nejčastěji se tento model využívá pro vytrvalostní sportovce, kteří v tomto prostředí absolvují celé vysokohorské soustředění nebo pro sportovce žijící v těchto podmínkách dlouhodobě. Například běžci z oblastí Keni (Botek et al., 2017).

Model pobyt v hypoxii a tréning v normoxii (LHTL). Sportovci využívající tento model těžší především z procesů probíhajících automaticky v organismu vlivem vysokohorského prostředí, které vedou ke zlepšení výkonnosti v nížině až o 1,9 %. Převážnou část dne se sportovec nachází ve vyšší nadmořské výšce ideálně 20–22 hodin za den. Zbytek dne je sportovec v nížině, kde absolvuje tréningovou jednotku, ve které je schopen odtrénovat větší objem ve vyšší intenzitě. Ve vyšší nadmořské výšce probíhá proces aklimatizace, která přináší benefity jako je zvýšení objemu hemoglobinu a maximální aerobního výkonu. Negativní vliv je snížená schopnost regenerace, která probíhá ve vyšších nadmořských výškách pomaleji (Botek et al., 2017).

Model pobyt v normoxii a tréning v hypoxii (LLTH). Tento model se využívá přesně v opačném časovém rozložení jakož tomu bylo u LHTL. Převážná část dne 20–22 hodin sportovec tráví v nížině a do vyšších nadmořských výšek se přesouvá pouze na tréningovou jednotku trávající méně než 3 hodiny. Optimální zatížení jsou tréningy vyšší intenzity na aerobní úrovni. Zvolením správného způsobu a dostatečné intenzity vede k žádané reakci na model LLHT. Výhodou jsou především rychlejší zotavovací procesy. Model bývá využíván především z důvodů finanční úspory a menší časové náročnosti (Botek et al., 2017).

Samotné naplánování a provedení vysokohorského soustředění je složitý proces, který je pro většinu sportovců nedílnou součástí sportovní přípravy. Často se střetávají s faktory ovlivňující konání (ekonomické, časové, sociální, cestovní). Hledají nejefektivnější cestu, která v dané situaci lze uskutečnit, a proto se vysokohorské kempy občas pouze simulují. Složitější variantou je využití umělého vysokohorského prostředí. K uměle navozenému vysokohorskému prostředí je zapotřebí speciálních přístrojů, nejčastěji kyslíkové stany a barokomory. Tréning vrcholového sportovce je vždy potřeba stavět co nejefektivněji s ohledem na možnosti. Hledáme, co nejúčinnější a nejefektivnější cestu, ale přesto je třeba brát v potaz spoustu proměnných, jako je

účinnost zvolené metody, podložená výzkumnými výsledky a dosažitelnost související s ekonomickými, časovými a sociálními faktory (Ogawa et. al., 2007).

Kyslíkové stany jsou plachtou uzavřené komory, které jsou pomocí přístroje plněny speciálně upraveným vzduchem. Tento speciálně upravený vzduch odpovídá vzduchu předem zvolené nadmořské výšky. Nejčastěji se kyslíkové stany používají k pasivnímu pobytu, zpravidla ke spánku. Využívání kyslíkových stanů vede ke zvýšení počtu červených krvinek, které slouží pro transport kyslíku do tkání a tím navýšení výkonnosti sportovce. Je třeba dbát na možnost přetrénování při kombinaci intenzivního tréninkového procesu s využitím kyslíkových stanů, jelikož vysokohorské prostředí snižuje schopnost regenerace a kyslíkový stan je uměle vytvořené vysokohorské prostředí. Je zapotřebí hlídat počet červených krvinek, jelikož nadměrný počet červených krvinek je považováno za doping. Hlavními výhodami kyslíkových stanů je možnost používání z pohodlí domova a snadná instalace (Suchý, 2012).

Barokomory navazují na kyslíkové stany. Jedná se o místnost, která se na rozdíl od kyslíkového stanu využívá nejen k pasivnímu pobytu, ale i k aktivnímu tréninku. Zpravidla místnost obsahuje cyklistické trenažery, běžecké pásy či rotopedy. V současné době se často kombinuje trénink v přirozené nadmořské výšce se spánkem ve stanech či komorách. Tento proces je doplňovaný o tréninky v barokomorách, které poskytují laboratorní podmínky, s možností využití přístrojů jsme schopni simulovat prostředí například budoucího závodu. Laboratorní podmínky nám umožňují zkoumat více parametrů najednou (saturace kyslíku v krvi, hladina železa v krevním séru a parciální tlak kyslíku) (Suchý, 2012).

Hypoxické přístroje pracují na principu simulace vysokohorského prostředí, které obsahuje nižší koncentraci kyslíku ve vzduchu. Sportovec má nasazenou speciální masku, do které je dodáván speciálně upravený vzduch, který je sportovcem vdechován během aktivity. Celý přístroj je upevněn na těle sportovce, který absolvuje celý trénink s touto výbavou. Tato metoda je pro některé sportovce nekomfortní, a proto je to bráno jako nevýhoda této možnosti uměle navozené hypoxie (Suchý, 2012).

3.3 Klasifikace nadmořské výšky

V tématu sportovní přípravy s využitím vyšší nadmořské výšky jsou různé rozdělení, které se objevují v odborné literatuře. Görner a Kompán (2001), Kobela (2007) využívají termín pro trénink ve vyšší nadmořské výšce „středohorská příprava“. Korčok a Pupiš (2006) dělí nadmořskou výšku využitou při sportovním tréninku následovně:

- nízká do 1 300 m n. m.
- střední 1 500 až 2 500 m n. m.
- vysoká nad 2 500 m n. m.

Další publikované dělení dosažitelné v odborné literatuře podle autorů Suchý a Dovalil (2008), kteří jsou v souladu především s anglickou literaturou (např. Wilber (2004)).

- Nízká do 800 m n. m.
- Střední 800 až 1 500 m n. m.
- Vyšší 1 500 až 3 000 m n. m.
- Vysoká nad 3 000 m n. m. (Suchý, 2012).

Pro sportovce narozené a trvale žijící v nadmořské výšce 1 500 m n. m. nemá trénink a aklimatizace na střední nadmořskou výšku žádný zvýšený efekt. V odborné literatuře se nejčastěji objevuje, že ideální nadmořská výška pro sportovní přípravu vrcholových sportovců je 2 200 m n. m. V případě dostatečných prostředků a možností se doporučuje nadmořskou výšku postupně zvyšovat (od 2 000 do 2 500 m n. m.). Takovéto navyšování nadmořské výšky se nejčastěji využívá při aplikaci kyslíkových stanů a barokomor. Výšky nad 3 000 m n. m. jsou prakticky nevyužitelné pro sportovní přípravu, jelikož v těchto podmínkách již dochází k úbytku specifických svalových schopností a nelze zařadit dlouhodobé zatížení. Netrénovaní jedinci pociťují řadu subjektivních potíží. Některé fyziologické projevy se objevují již dříve, především u lidí, kteří žijí v nížinách a vyšší nadmořské výšky nevyhledávají (Lychatz, 1990).

3.4 Historie využívání výšky ve sportovním tréninku

První informace zabývající se změnami ve vyšších nadmořských výškách byly zaznamenány již před začátkem našeho letopočtu. Jednalo se především o chladné podmínky v těchto oblastech, a nikoliv o to, jak využít snížený parciální tlak ve sportovní

přípravě. Až s objevem rtuťového barometru roku 1644 Toricellim bylo možno dalších výzkumů. Pascal roku 1648 prokázal nižší atmosférický tlak ve vyšší nadmořské výšce (Wilber, 2004).

Francouz Bert roku 1878 prokázal nižší výkonnost organismu u neadaptovaných jedinců ve vyšší nadmořské výšce a přinesl první důkazy o snížení parciálního tlaku se stoupající nadmořskou výškou. Následným výzkumem změn v lidském organismu vlivem působící nadmořské výšky se zásadně začalo zabývat v padesátých letech minulého století, kdy se ukázalo, že obyvatelé And mají zvláštní nálezy. Podobné takřka shodné nálezy byly s odstupem času potvrzeny i u stálých obyvatel Himálají a vysokých hor v USA. Jednalo se o určitý stupeň plicní hypertenze a hypertrofie pravé komory srdeční. Také bylo potvrzeno u obyvatel trvale žijících ve vysoké nadmořské výšce snížení výskytu infarktu myokardu. K zásadnímu posunu v problematice působení nadmořské výšky na lidský organismus při aktivitě přispěl Sutton roku 1983, který jako první prováděl a publikoval zátěžové laboratorní testy v hypobarické komoře. V této době se touto problematikou taktéž se značným nasazením zabývali odborníci tehdejší Německé demokratické republiky. Nicméně výsledky se v této době nepublikovaly veřejně, a proto je složité jejich dohledání (Bert, 1878; Pardo, 2008).

Největší rozkvět studia vlivu nadmořské výšky byl zaznamenán až s přípravou na blížící se letní olympijské hry v Mexico City. Vzniklo mnoho studií a poznatků, jak se připravovat na soutěže konající se ve vyšší nadmořské výšce. Již před zahájením letních olympijských her bylo předpokládáno, že nadmořská výška by mohla vyhovovat spíše sprinterům, a naopak bude dělat značné problémy ve vytrvalostních sportech. Tento předpoklad byl následně potvrzen výsledky v atletických disciplínách, kdy bylo překonáno tehdejších 8 světových rekordů v disciplínách (100 m, 200 m, 400 m, 4 x 100 m, 400 m překážek, trojskok, skok daleký). Zatímco ve vytrvalostních disciplínách žádný rekord překonán nebyl. Například v běhu na 5 000 m by vítězný čas až 45 s za rekordem, na trati 10 km dokonce až o 2 minuty pomalejší, než byl tehdejší světový rekord. Přestože světové rekordy na střední a dlouhé tratě nepadaly, ukázalo se, že pro vytrvalostní disciplíny je výhodou se narodit a trvale žít ve vyšší nadmořské výšce, jako jsou například sportovci z Etiopie a Keni. Reprezentanti z Keni získaly 39 % všech medailí ze závodů na střední a dlouhé tratě. Dalším velkým přínosem olympijských her v Mexiku bylo

potvrzení pozitivních efektů tréninku ve vyšších nadmořských výškách pro sportovce žijících dlouhodobě v nížině. Prvními, kdo plně důvěřovali efektu vysokohorského tréninku, byli trenéři tehdejší NDR, kteří využívali model 21 dní tréninku i pobytu ve výšce 2 000 m n. m. a tento model využili především u plavců a veslařů. Trenéři i metodici z NDR tomuto modelu důvěřovali i přesto že neměli vědecky ověřené výsledky. Stavěli svoji důvěru ve vysokohorskou přípravu na základě dosahovaných velmi dobrých výsledků po návratu (Wibler, 2004, Havlíčková, 2000).

3.5 Vliv hypoxie na fyziologické parametry

Pobyt ve vyšší nadmořské výšce a nedostatek kyslíku v organismu aktivuje velké množství fyziologických funkcí a systémů v těle, kterými jsou oběhový systém, dýchací systém, endokrinní systém a kosterní svaly. Aktivace těchto funkcí a systémů se snaží omezit kyslíkový deficit a zajistit dostatek kyslíku pro správnou funkci organismus. V hypoxickém prostředí nejdříve reagují oběhový a dýchací systém, který zajišťují dostatečné zásobení všech buněk kyslíkem (Suchý, 2012).

Hypoxie je v medicínském hledisku nejčastěji brána jako nedostatečné zásobení tkání kyslíkem. Sportovní trénink se zabývá pouze prvním z uvedených typů. Nejpoužívanější rozdělení hypoxie:

- Hypoxická hypoxie – snížení parciálního tlaku ve vyšší nadmořské výšce
- Anemická hypoxie – arteriální PO_2 normální, ale množství hemoglobinu schopného transportovat O_2 sníženo
- Ischemická hypoxie – vzniká při nedostatečném prokrvení, příčiny jsou obvykle systémové (selhání srdce nebo embolický uzávěr tepny)
- Cytotoxická hypoxie – do tkáně je dodáváno dostatek O_2 , ale jeho využití je znemožněno toxiny (Silbernagl & Despopoulos, 2016).

Před dokončením adaptace na vyšší nadmořskou výšku může srdeční frekvence při aktivitě i po ukončení aktivity být o 20 až 30 % vyšší než v nížině. Hodnoty VO_{2max} se u neadaptovaných jedinců snižují o 5 až 10 % ve 1 200 m n. m., od 1 600 m n. m. připadá pokles o 9 až 11 % na každých 1 000 výškových metrů (Robergs & Robergs, 1997).

Neaklimatizované osoby se projevují reakcí na hypoxickou hypoxii zvýšenou plicní ventilací, která je zapříčiněna energickou náročností. Tato reakce je běžná a dá se podle ní hodnotit aktuální stav aklimatizace jedince na změnu nadmořské výšky, využívá

se v prvních dnech pobytu. K hyperventilaci dochází z důvodu zajištění parciálního tlaku kyslíku v alveolách. Při hyperventilaci dochází k zvýšení vylučování oxidu uhličitého, a to vede ke vzniku respirační alkalózy. Respirační alkalóza vzniká v případech zrychleného a hlubokého dýchání, čímž dochází k poklesu oxidu uhličitého v krvi a ovlivněním pufracího systému dojde k snížení pH. Pokud parciální tlak kyslíku ve vdechovaném vzduchu neklesne pod 100 mm Hg nedochází k hyperventilaci. Limitujícím ukazatelem před nástupem aklimatizace na zvýšenou nadmořskou výšku je rychlý pokles saturace krve kyslíkem. Lidi žijící dlouhodobě ve vyšší nadmořské výšce disponují difuzní kapacitou plic o 25 až 35 % vyšší než jedinci žijících v nížině. V prvních deseti dnech u neadaptovaných sportovců je potřeba si uvědomit, že při stejné intenzitě jako v nížině tělo dosahuje vyšší srdeční frekvence a koncentrace laktátu ve svalech. V tomto časovém úseku je potřeba počítat i s neobvyklým průběhem koncentrace laktátu v krvi. Před nástupem aklimatizačních procesů jsou hodnoty laktátu v krvi vyšší než po nastoupení aklimatizačních procesů. Tento jev se obvykle nazývá „laktátový paradox“. Laktátový paradox se projevuje u jedinců neadaptovaných na vyšší nadmořskou výšku. Velice důležitou složkou u jakéhokoliv využití hypoxie je důkladné, pozorné a včasné diagnostikování i zdánlivě banálních onemocnění. Je nezbytné včasné zakročení především pro možnost využití tréninkového kempu naplno. Individuální upravení tréninkových dávek či vynechání jedné fáze tréninku, může následně vést k psychické i fyzické pohodě svěřence což ve výsledku je mnohem efektivnější pro budoucí trénink oproti tomu, kdyby se striktně dodržoval dlouhodobý tréninkový plán bez možnosti úpravy například při nepřízní klimatických podmínek. Mezi zdravotní rizika vyskytující se při pobytu ve vyšší nadmořské výšce řadíme především zvýšení rizika infekce dýchacích cest, vliv UV záření a dehydratace. Nejen fyzické, ale i psychologické problémy s sebou nese neznámé prostředí a izolace z běžného prostředí, které obvykle souvisejí s nedostatkem volnočasových aktivit, motivací, klimatem v tréninkové skupině i pestrostí sociálních kontaktů (Wilber, 2004).

Zásadní roli ve vytrvalosti vždy nehraje samotná nadmořská výška, ale fyziologický proces, který v těle probíhá. Ne vždy musí vést trénink ve vysokohorských podmínkách ke zlepšení fyzické kondice. Ve vyšších polohách se snižuje parciální tlak kyslíku, což může mít negativní účinky na trénink. Dokonce dlouhodobý pobyt

v nadmořských výškách nemusí být vždy zdravý. Může docházet ke snížení srdečního výkonu anebo při dlouhodobém vystavování těla nadmořské výšce nad 4 500 metrů, může docházet k poklesu svalové hmoty. Dále u nedokonale adaptovaných jedinců se může vytvářet plicní edém (Wilber, 2004).

3.6 Vazba, transport, spotřeba kyslíku, krevní obraz a vyšší nadmořská výška

Využití kardiovaskulární soustavy pro zásobení organismu kyslíkem. Saturace organismu kyslíkem je závislá na funkci plic. Konkrétní okysličení tkáně je závislé na množství inspirovaného O_2 v plicích, na průtoku krve a schopnosti krve transportovat kyslík k tkáním (Ganong, 1999).

Jedním z velice důležitých a sledovaných fyziologických faktorů ve sportu, a nejen vytrvalostního charakteru, je schopnost organismu využít kyslík. Jedná se o spotřebu kyslíku za minutu, označován jako VO_2 . Tento parametr označuje schopnost celého transportního systému organismu zásobit pracující svaly kyslíkem za využití dýchací a oběhové soustavy. VO_2 je objem kyslíku, který je člověk schopen zpracovat pro aerobní zásobení organismu. VO_{2max} je hodnota, která se uvádí při maximálním zatížení organismu. Tato hodnota se u trénovaných mužských jedinců může pohybovat v rozmezí $75-85 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ a u trénovaných žen $65-75 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Pro srovnání hodnoty dosahující muži běžné populace (netrénovaní) $45-50 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ a u žen (netrénovaných) $35-40 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (Havlíčková, 1999).

Jednou z hlavních složek výkonu nejen u vytrvalostních sportů je transport kyslíku k pracujícím svalům. Bez ohledu na to, zda se jedinec nachází ve výšce nebo v nížině. Transportní složkou krve jsou červené krvinky pomocí hemoglobinu. Hematologické změny spojené s pobytem ve vyšší nadmořské výšce mohou pozitivně ovlivnit VO_{2max} , a to především navýšením počtu červených krvinek v krvi. Změna počtu červených krvinek umožní lepší zásobení pracujících svalů kyslíkem a zvýšení aerobního výkonu. Pro dlouhodobý pohyb a pobyt ve vyšší nadmořské výšce je zapotřebí vyšší zásobení svalstva kyslíkem. Změny, které v těle probíhají, mají velký vliv na transportní kapacitu krve. Důležité parametry, které lze sledovat v průběhu tréninku ve vyšší nadmořské výšce jsou především počet červených krvinek, hladina hemoglobinu a hodnota hematokritu (Rydlo, 1995).

Lidské tělo reaguje na zvýšenou nadmořskou výšku téměř okamžitě. Tvorba erythropoetinu se zvyšuje již po jedné hodině pobytu ve vyšší nadmořské výšce. Vzestup červených krvinek lze běžnými metodami zaznamenat už po třech hodinách, nejvyšší produkci červených krvinek dosahuje lidský organismus mezi 10. až 30. hodinou. Nejvýznamnější navýšení erytrocytů proběhne během prvních 24 až 48 hodin, následně po dobu až šesti týdnů dochází ke změnám, které již nejsou tak razantní (Sherry & Wilson, 1998).

Se změnou krevního obrazu dochází ke zmenšení obsahu krevní plazmy v krvi, a to přibližně o 8 %. Dále působení nadmořské výšky na organismu zapříčiňuje zvýšení hodnot hematokritu. Nárůst červených krvinek se uvádí kolem 4 až 10 %. Což vede ke zlepšení transportních vlastností krve, ale na druhou stranu to vede ke zhoršení průtokových vlastností, zejména zvýšenou viskozitou. U plně aklimatizovaných jedinců je transportní kapacita krve zvýšená až o 28 % oproti sportovcům dlouhodobě žijícím v nadmořské výšce blížící se hladině moře (Bolek, 2008; Dovalil, 2008).

Během adaptace na vyšší nadmořskou výšku v těle dochází i k dalším procesům:

- Postupný pokles klidové srdeční frekvence
- Snížení klidového minutového objemu srdečního
- Zvýšení vitální kapacity plic (FVC)
- Pokles systolického a diastolického krevního tlaku
- Změny plicní cirkulace (Hochachka, 1999).

3.7 Fáze adaptace na vyšší nadmořskou výšku

Adaptace na vyšší nadmořskou výšku je dlouhodobý postupný proces, na jež může každý organismus reagovat do jisté míry odlišně. Mnoho autorů (Dovalil, Wilber, Pupiš a Korčok se shoduje na tom, že pro dokončení adaptace je zapotřebí 21 dní pohybu a pobytu ve výšce cca 2 000 m n. m. Shodují se i na třech fázích, do kterých rozdělili celý proces aklimatizace na vyšší nadmořskou výšku: Akomodace, adaptace, aklimatizace (Wilber, 2004; Pupiš & Korčok, 2007).

Fáze akomodace – jedná se o první ze tří fází. Jde o proces, který započne takřka hned s příjezdem do prostor vyšší nadmořské výšky. Tato fáze s sebou nese výrazný úbytek výkonnosti a trvá tři až osm dnů. V průběhu prvního a druhého dne převažují pocity s vagotonní tendencí. Další běžné projevy spadající do této fáze jsou únava,

slabost, nespavost, poruchy vyměšování, nechutenství aj. Některé projevy se mohou objevovat i delší dobu a zasáhnout tak až do druhé fáze adaptace (Wilber, 2004; Pupiš & Korčok, 2007).

Fáze adaptace – druhá fáze, ve které převažují především změny v organismu jedince. Fáze trvá přibližně osm dní, výkonnost v této fázi jde nahoru a přiblíží se nebo dokonce vyrovná výkonnosti v nížině před odjezdem do vyšší nadmořské výšky. Zajímavé na fázi adaptace je, že příjezdové stavy únavy a nechutenství střídají v kladném slova smyslu stavy euforie, které se projevují zvýšenou sebedůvěrou, dobrou náladou, veselostí a optimismem. Stavy euforie jsou pouze krátkodobé a neprojevují se u všech na stejné úrovni (Wilber, 2004; Pupiš & Korčok, 2007).

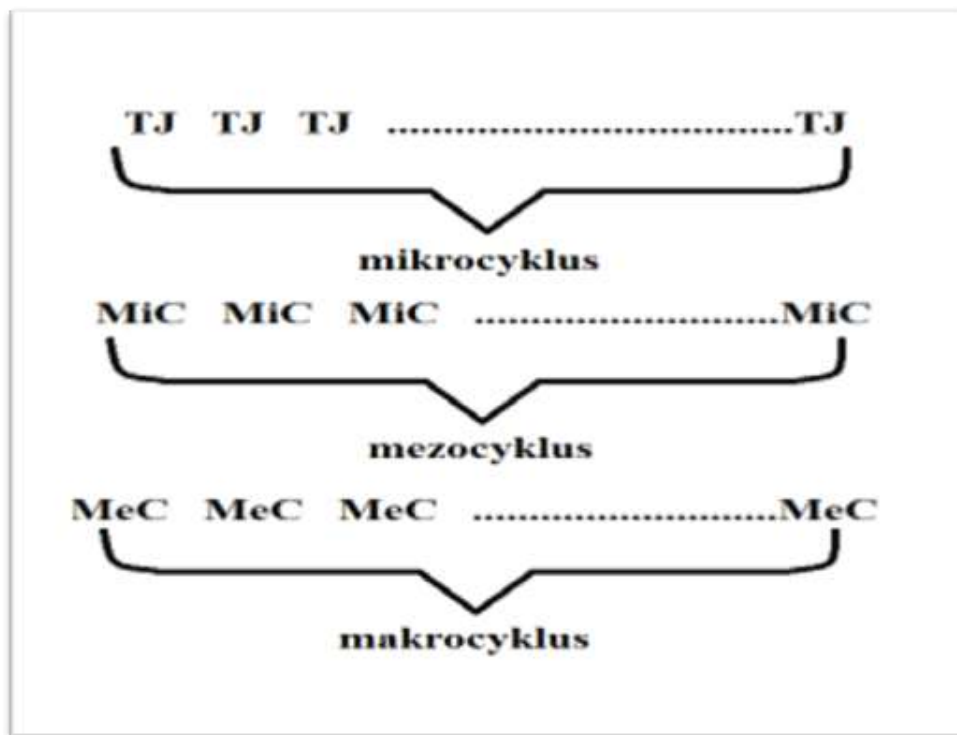
Fáze aklimatizace – jde o třetí fázi procesu, ve které je organismus komplexně přizpůsoben novému prostředí. Začátek této fáze se uvádí cca na období šestnáctého dne ve vyšší nadmořské výšce. V těchto dnech se může ještě krátkodobě snížit výkonnost jedince v důsledku krize. Plná výkonnost se dostavuje až ve čtvrtém týdnu pobytu ve výšce (Wilber, 2004; Pupiš & Korčok, 2007).

Časové úseky jednotlivých fází se mohou lišit. Pro jedince s menším zastoupením vytrvalostních komponent budou jednotlivé fáze kratší. Využití vysokohorského tréninku je doporučováno pro všechny sportovce jejich sportovní výkon přesahuje 90 sekund. Důležitým prvkem, který kladně ovlivňuje celý aklimatizační proces je předešlá trénovanost jedince a zkušenosti získané na předcházejících vysokohorských kempch (Pupiš & Korčok, 2007).

3.8 Tréninkové cykly

Sportovní trénink je dlouhodobý proces, který by neměl postrádat důkladnou a promyšlenou kontinuitu. Připravený trénink odsouvá nahodilý výběr tréninkových postupů. Tréninkový cyklus je časový úsek sportovní přípravy, která má specifické zaměření, prostředky, metody i přístupy. Jednotlivé časové úseky mohou trvat dny, týdny, měsíce až po několik let. Například nejznámější víceletý tréninkový cyklus se využívá v přípravě na olympijské hry. Jednotlivé časové úseky jsou pevně spojeny s cílem dané etapy. Dělení přípravy sportovce do cyklů má kruhový potenciál. Cykly jsou ve tvorbě tréninku jedním z hlavních článků, ovlivňují jednotlivé tréninkové jednotky i celé ucelené celky přípravy. Přestože se cykly opakují, nejde přesto o přesnou kopii, každý

následující cyklus má určité předcházející prvky, ale především je obohacen o nové, rozvíjející tendence. Odlišnost je v obsahu, intenzitě i cíli daného cyklu (Dovalil et al., 2012).



Obrázek 1. Schéma tréninkových cyklů (Dovalil et al., 2002, s. 256).

Sportovní příprava se vyznačuje zařazením několika tréninkových jednotek do ucelené soustavy, ve kterých se střídá zatížení a zotavení, nejčastěji se rozdělují na mikrocykly, mezocykly a makrocykly (Dovalil et al., 2012).

Mikrocyklus se vyznačuje zařazením několika tréninkových jednotek za sebou v opakujícím se schématu, může se nazývat i jako krátkodobý či vícedenní cyklus (Dovalil et al., 2012).

Mezocyklus je sled několika mikrocyklů nazýván také jako střednědobý a vícetýdenní cyklus (Dovalil et al., 2012).

Makrocyklus je sled několika mezocyklů v delším časovém úseku. Doba trvání makrocyklů může být několik měsíců až let. Dále se občas vyskytuje v odborné literatuře pojem megacyklus, což označuje několikaleté cykly, ale toto označení není rozšířeno do běžného používání (Dovalil et al., 2012).

Výše uvedená rozdělení časových úseků na sebe navazují a stávají se stavebními prvky tréninku. Sestavování cyklů vždy postupuje od největšího časového úseku po

menší. To znamená tréninkové jednotky, jejich intenzita a zaměření přímo souvisí s cílem mikrocyklu. Náplň mikrocyklu opět souvisí, podléhá a směřuje k naplnění cíle mezocyklu a takto i dále postupuje celá hierarchie sportovní přípravy a její rozdělení do jednotlivých časových úseku, cyklů (Dovalil et al., 2012).

3.9 Zotavení a regenerace

Každá pohybová činnost ať soutěžní nebo tréninková vede k projevům únavy. Samotná únava se projevuje v mnoha dílčích formách, ale nejpatrnějším ukazatelem je snížení výkonnosti. Únava se rozděluje na tělesnou, duševní, celkovou (globální) a místní (lokální). Lze vnímat i jako únavu periferní, u které jsou změny ve svalech (vyčerpání energetických rezerv, pokles vody, zvýšená koncentrace laktátu) a dále jako únavu centrální, která se projevuje sníženou funkcí CNS. Celková reakce organismu prozradí mnohé o stavu jedince a jedná se i o ukazatel, který prozradí mnohé o únavě, především rychlost zotavných procesů vedoucích k obnovení rovnovážného stavu v těle. Příčiny a mechanismy únavy se vysvětlují různě. Za hlavní zdroje únavy se obecně považuje (snížení energetických rezerv, nadbytek některých produktů látkové změny – laktátu, narušení vnitřní rovnováhy – homeostázy, změny regulačního a koordinačního. Globálně se stav nazývaný únavou projevuje snížením funkcí jednotlivých orgánů nebo organismu jako celku. Odbourávání únavy je komplexní děj, který představuje řadu fyziologických a psychologických procesů (uklidnění, návrat funkcí do výchozího stavu – srdeční činnost, dýchání, obnova energetických rezerv, zvýšení anabolických dějů, odstranění zplodin látkové výměny, pokles svalové tenze, pokles aktivační úrovně – emoce. Všechny tyto procesy mohou probíhat souběžně v závislosti na předchozím zatížení. Časová dotace jednotlivých procesů je velice odlišná a přímo souvisí s intenzitou a časem předchozího zatížení. Zotavovací proces není lineární ani rovnoměrný. Při hodnocení hlavních zotavovacích procesů a její dynamiky sledujeme především pokles tepové frekvence. Sledování tepové frekvence nám může prozradit stav trénovanosti a dlouhodobé sledování, které bude vykazovat rychlejší návrat ke klidovým hodnotám, vypovídá o pozitivním vlivu tréninku (Carmichael & Rutberg, 2005).

Regenerace je pojem, pod kterým se skrývá obrovské množství možností. Obecně se jedná o jakoukoli činnost či akci, která vede k rychlejšímu a dokonalejšímu zotavení. Především sportovci na vyšší úrovni, kteří se věnují intenzivní dlouhodobé přípravě,

nemohou spoléhat pouze na přirozenou regeneraci. Přirozená regenerace je automatický proces vznikající v lidském organismu a při vrcholové přípravě je zcela nedostačující, proto je nedílnou součástí sportovní přípravy i řízená regenerace. Úspěšní sportovci se věnují intenzivně a systematicky právě regeneraci, která se pozitivně promítne na jejich celkovém zdravotním i psychickém stavu. Do zotavovacích procesů silně zasahuje samostatný trénink jeho stavba, obsah a podmínky, v nichž se uskutečňuje. I dodržování režimu dne má vliv, nepochybně nedostatek spánku, alkohol, neracionální strava a nedostatečný pitný režim zotavovací procesy prodlužují. Jistou roly hrají i emoční stránka (Bunc, 2003).

Pasivní odpočinek – zvláštní forma, pod kterou se ukrývá spánek. Svoji důležitou roly má především ve stavech velmi silné únavy. Spánek přináší stav, ve kterém dochází k snížení některých fyziologických funkcí i psychického napětí. Proto narušení spánku jakýmkoli způsobem vede k negativnímu vlivu. Změna prostředí kvůli blížící se soutěži, emoční prožitky, změna časového pásma to jsou běžné problémy, které mohou narušovat ideální spánek. Proto je důležité naučit se ovlivnit kvalitu spánku například dechovým cvičením, autoregulačním tréninkem, meditací. I psychologická příprava je součástí tréninku sportovce (Ganong, 1999).

Regenerace pohybem – dala by se považovat za nejčastější běžně využívanou formu regenerace. Využívá se po ukončeném závodě či tréninkové jednotky vyklusání, vyplavání. Jedná se koordinačně jednodušší cvičení nízké intenzity zaměřující svaly, který byli předchozí aktivitou zatěžovány. Toto zatížení nízké intenzity přispívá k vyplavení nežádoucích zplodin ze svalů, které jsou součástí látkové výměny při výkonu. Efekt aktivní regenerace se zvyšuje se stavem trénovanosti sportovce. Především po zatížení vyšší intenzity je volba volného vyklusání, procházky, vyplavání nebo vyjetí na kole pro tělo významnější (Korčok & Pupiš, 2006).

Strečink – určitě patří mezi prvky využitelné při aktivní regeneraci, podporuje procesy zotavení, uvolňuje svalové napětí a přispívá k poklesu svalové tenze. Opomíjení dostatečné regenerace může vést až k degenerativním změnám pohybového systému. Nejprve se projevují bolesti, až následně dochází k nevratným změnám, které omezují sportovce. Cviky tohoto typu je potřeba provádět pomalým a řízeným pohybem. Důležité je dodržet správné provedení po celou dobu průběhu cvičení. Je potřeba udržet

svalovou rovnováhu mezi svaly s tendencí ke zkracování (tónické) a svaly s tendencí k ochabování (fázické). Přiměřeným posilováním a protahováním potřebných svalových partií předcházíme stavu nerovnováhy (dysbalance), která zapříčiňuje nerovnoměrné působení na šlachy, vazy, styčné kloubní plošky i kosti. Vhodně zvolená odlišná pohybová činnost od sportu, kterému se sportovec věnuje, je taktéž považováno za aktivní regeneraci. (Korčok & Pupiš, 2006).

Spinální cvičení – rotační cvičení, které nesmí vyvolat bolest v oblasti páteře. Základem těchto cviků je pozvolné a plynulé uvolňování oblasti páteř. Uvolňuje a protahuje zádové svalstvo a přispívá k dosažení plných rozsahů pohyblivosti páteře. Správná pohyblivost šetří celý pohybový aparát. Jednostranná zátěž nejvíce omezuje rotační pohyby. Spinální cvičení je kontraindikací v případech akutního postižení páteře (Havlíčková, 1999).

Obnova energetických zdrojů – je hlavní biologickou součástí regenerace. Dnešní doba nám dává mnoho možností. Na trhu potravin je dosažitelné téměř cokoli a kdykoli. Běžným způsobem potřebné živiny získáváme z potravy. Mimo základní příjem potravy lze využít i speciálních přípravků a doplňků stravy, kterých je trhu obrovské množství. Jsou to vysoce energetické nápoje, doplňky esenciálních mastných kyselin, proteinové nápoje a koktejly, které lze podávat pravidelně po výkonu, při tréninku i během dne. Každá suplementace je ideální probrat s odborníky na sportovní výživu, neboť dávkování a výběr produktu je individuální. Produkty na trhu se již dělí i podle sportovního zaměření (silové, rychlostně silové, silově vytrvalostní, vytrvalostní a extrémně vytrvalostní) (Ganong, 1999).

Vodní procedury – hlavním principem vodních procedur je dodávání nebo odebírání tepla v těle. Indiferentní teplota vody je 34–36 °C to je teplota vody při, které lidské tělo nepociťuje teplo ani zimu. Vliv studené vody je dráždivý oproti tomu vliv teplé je sedativní, ale příliš teplá až horká voda vede opět k dráždivému vlivu na lidský organismus. Účinek vodní procedury ovlivňuje teplota vody, doba trvání, rozsah působení a momentální reaktivita organismu. Vhodné vodní regenerační procedury (otěry, zábaly, polévání, sprchy, stříky, koupele, parní lázeň, sauna, regenerační bazén) (Psotta, 2006; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Sportovní masáž – je řazena mezi nejstarší regenerační prostředek. Dosahuje vysoké účinnosti, a to jak při lokální únavě, tak i celkové. Manuální masáž je považována za základní techniku, ale vhodná je i automasáž, reflexní masáž či využití nejrůznějších masážních přístrojů. Aplikace sportovní masáže se využívá pro rychlejší zotavení unavených svalů a uvolnění svalové i psychické tenze. Sportovní masáž může mít jak dráždivý, tak uklidňující účinek. Účinek masáže závisí na tlaku, frekvenci, místu aplikace, provedení a charakteru hmatů (tření, hnětení, roztírání, tepání a chvění). Dráždivá sportovní masáž se vyznačuje vyšší frekvencí a jednotlivé hmaty jsou prováděny v různých směrech, a navíc se běžně využívají dráždivé prostředky. V regeneraci se využívá především uklidňující sportovní masáž, která se vyznačuje klidnějším tempem, nižší intenzitou, menším tlakem a většina hmatů má dostředivý směr. Nemasírují se místa, kde je pod povrchem mnoho cév, nervů a mízních uzlin, trny, hrany kostí, pohlavní orgány, přední strana krku a u žen prsy. Sportovní masáž nezařazuje dříve než 60 minut po vydatném jídel a při všech stavech s poruchou cévních funkcí. Mezi další regenerační prvky se řadí i elektroprocedury, (které může předepisovat jen odborně školený lékař), akupresura, akupunktura, infračervené záření, ultrafialové záření, aromaterapie, psychologické postupy, hudba (Bartůňková, 2013).

Jóga – nejstarší známá metoda, která se využívá k zvyšování fyzické odolnosti a kompenzování negativních vlivů působících na organismus. Je to propojení pohybového cvičení s psychikou. Jóga obsahuje i dosti složité prvky, cviky, které jsou potřeba trénovat. Celá řada cviků obsahuje stavy zvýšené koncentrace pro zlepšení nervosvalové i psychické tenze. Do jógových cvičení řadíme i cviky zaměřené na dech, skládají se z pomalého kontrolovaného pohybu, který je zařazen jako doprovodný pohyb k dechu. Pomalé nadechování nosem a následný řízený výdech ústy. Důležité je využití správné polohy, která umožní maximální nádech. Vhodné jsou polohy v sedě a leže na zádech. Cvičení je třeba volit takové, aby byli uvolněny velké svalové partie a umožňovaly dostatečně komfortní polohu těla pro koncentraci a vnímání všech vjemů spojených s jednotlivými nádechy, výdechy a zádržemi dechu (Dovalil et al., 2002).

3.10 Výživa a pitný režim během výkonu

Přijímaná strava a tekutiny by měly během výkonu obsahovat hlavně sacharidy (banány, rozinky, tyčinky, gely). Před samotným výkonem je důležité se vyhnout konzumaci potravin s vysokým obsahem bílkovin, tuků a potravinám s vysokým glykemickým indexem. Stravování během výkonu je čistě individuální záležitostí. Dostatečná hydratace organismu může značně ovlivnit výkon. Lidské tělo je přibližně z 60 % vody. Ke ztrátě tělesné vody dochází především pocením, které slouží k ochlazení organismu, zabraňuje jeho přehřívání a zároveň odvádí přebytečné teplo ze svalů. Dehydratace organismu může způsobovat únavu, křeče a následně kolaps. Aktivita kratší než 60 minut nevyžaduje žádné radikální doplňky stravy nebo doplňování tekutin v podobě iontových nápojů či gelů, dostatečně postačí voda. Při delších aktivitách je nutné doplňovat současně s tekutinami i sodík, vápník, draslík (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Správný pitný režim je jedním ze základních stavebních kamenů zdravé výživy. Dostatečná hydratace organismu přímo ovlivňuje tělesné i mentální funkce. Hraje významnou roli i v kontextu sportovního výkonu. Zanedbaný pitný režim může sportovní výkon ovlivnit negativně, oproti tomu průběžné doplňování tekutin během aktivity může výkon ovlivnit pozitivně. V průběhu zatížení vytrvalostního charakteru dochází k přirozenému ztracení tělesné vody potem, ve větší míře ztráty vody hovoříme o dehydrataci. Tento stav zvyšuje riziko přehřátí organismu, snížení výkonnosti, vnímání bolesti, zhoršení nálady. Uvádí se, že by tělesná hmotnost během aktivity neměla klesnout o více jak 2 % celkové tělesné hmotnosti. Nelze toto pravidlo uplatňovat v případě ultra vytrvalců. Ideální příjem tekutin při zátěži trvající déle než 60 minut se doporučuje 400–800 ml/h, jako limitní se uvádí až 1 200 ml/h. Přestože dehydratace při déle trvajícím výkonu je nežádoucím a ohrožujícím faktorem pro organismus, tak i přehnané zavodňování organismu v průběhu zátěže je nežádoucí a může vést k vážným problémům hyperhydrataci. Obecně se příjem tekutin v průběhu dlouhodobého výkonu dělí na dva tábory (plánovaný příjem tekutin a pití dle pocitu žízně) (Goulet, 2012; Kenefick, 2018).

Sportovní výkon vytrvalostního charakteru je přímo spojen se stálostí vnitřního prostředí organismu. Pokles tělesných tekutin zapříčiňuje zdravotní potíže, které

ovlivňují sportovní výkon jedince. Největšího snížení tělesných tekutin dochází především potem. Množství vyloučeného potu organismem závisí na trénovanosti sportovce, více trénovaný sportovec vyprodukuje více potu. Pocit žízně je vyvolán snížením množství tekutin v organismu. V tuto chvíli je již organismus částečně dehydratován. Ztráty tělesných tekutin vyšší než 2 % mohou omezovat výkonnost, a ztráty nad 4 % omezují výkonnost vždy. Doporučený denní příjem tekutin je 1,5–2 l. Při zvýšených teplotách a tělesné aktivitě 2–3 l. Názory podporující myšlenku denního příjmu ve zvýšených teplotách 3–4 l i více jsou nereálné (Dovalil et al., 2012).

Plánovaný příjem tekutin, je předem přesně daný proces, který určuje čas i přesný objem. Tento interval vychází z odhadované míry pocení, která lze stanovit přesným měřením hmotnosti jedince před a po zatížení. Limitujícím faktorem této varianty příjmu tekutin je že mnoho vytrvalostních sportů neprobíhá ve stejných podmínkách. Mění se teplota, vlhkost vzduchu, nadmořská výška, povrch trati, převýšení, počasí, ale i tělesný a psychický stav sportovce. Určení přesného množství je složité. Tento princip se doporučuje u výkonů vysoké intenzity ve vysokých teplotách a trvající nad 90 minut (Goulet, 2012; Kenefick, 2018).

Přístup pití dle pocitu žízně je poměrně jednodušší záležitost. Je založen na intuitivním přístupu. Nicméně je třeba dbát zvýšené opatrnosti v případech, kde se přirozený pocit žízně neutváří. Jde především o plavecké disciplíny, seniory a při zvýšeném psychickém stresu (Goulet, 2012; Kenefick, 2018).

Doplňování tekutin má významný vliv na výkon až u aktivit nad 60 minut. Příjem tekutin při výkonu nad 60 minut pozitivně ovlivňuje organismus. Tělo bude profitovat i z obyčejné vody, avšak dobře poslouží i iontové nápoje či gely (Goulet, 2012; Kenefick, 2018).

3.11 Aerobní a anaerobní získávání energie

Aerobní laktátový způsob nebo taky kreatinfosfátový systém je používán v těle při zatížení, které trvá 10 až 20 s. Tělo odebírá energii z pohotové zásoby fosfátů ve svalové tkáni ATP. V průběhu anaerobního zatížení se nevytváří laktát, tak zvaná kyselina mléčná. Tento systém se nedá příliš ovlivnit tréninkem, proto se na něj neklade velký důraz. Pozitivní vlastnost anaerobního systému je rychlé dodání energie do svalů, v porovnání s aerobním systémem zhruba 4 až 5krát rychleji. Negativní vlastnosti

anaerobního systému je, že systém není schopný dodat tělu tolik energie, aby postačila na celý závod nebo danou zátěž, protože množství energie postačí na 4–10 sekund výkonu. Vhodné využití kreatinofosfátového systému je především pro rychlé, dynamické pohyby jako jsou například sprinty, skoky a vrhy nebo taky u individuálních sportů jako je tenis, kde je zapotřebí rychlá a energická reakce. Nejlépe ho využijeme v závodě například pro rychlý start a postupem trvání závodu jeho účinnost klesá (Fořt, 2004; Sekera & Vojtěchovský, 2008; Vilikus et al., 2004).

Anaerobní laktátový způsob neboli glykolytická fosforylace se využívá při činnosti, které trvá po dobu 45 s až 2 min. a je prováděna submaximální intenzitou. Kapacita systému je 120–420 kJ. Glykolýza je trénovatelná, přestože každý jedinec má své vrozené maximum anaerobního systému, a zvýšení její kapacity lze dosáhnout, ale trvá to i několik let. Pozitivní vlastnost systému (velmi rychlé dodání energie), kterou vytvoří 4–5x rychleji než aerobní systém. Negativní vlastnosti systému. V průběhu anaerobního systému se vytváří různé produkty, mezi které patří i ionty (kyselé ionty) a pokud se jich vytvoří mnoho, tak brzdí tvorbu energie, svalovou kontrakci a způsobují poškození buněk. Dodávka energie je omezená a snadno se vyčerpá. Využití anaerobního systému je v každém závodě, v případě že je důležitá rychlost. Anaerobní systém využijeme například ve sportech jako je hokej, basketbal nebo i v individuálních sportech jako je box nebo zápas (Fořt, 2004; Sekera & Vojtěchovský, 2008; Vilikus et al., 2004).

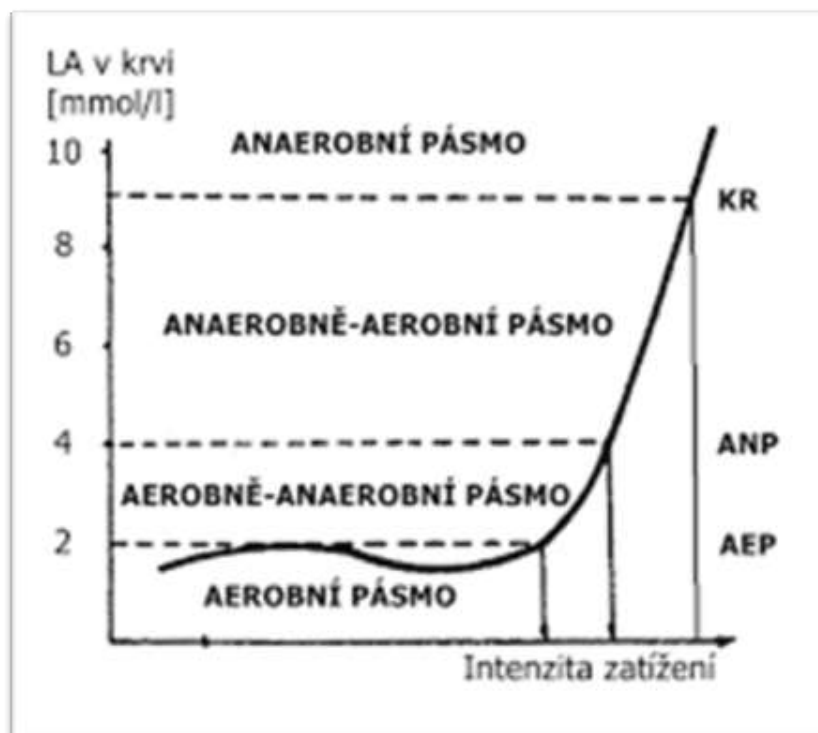
3.12 Laktát a jeho měření

Laktátová křivka nám ukazuje hladinu laktátu v kapilární krvi a tím dokážeme zjistit způsob hrazení energetických požadavků organismu ve vytrvalostní zatížení jedince. Laktátová křivka nám zobrazuje závislost krevního laktátu (mmol/l) na tepové frekvenci (TF/min). Křivka exponenciálního charakteru vzniká spojením čtyř nebo pěti bodů, kde hlavními body křivky jsou aerobní a anaerobní práh. Tyto dva prahy udávají základ pro stanovení zátěžových zón. Abychom vytvořili laktátovou křivku musíme zvolit alespoň čtyři stupně zatížení. První stupeň by měl být jen v aerobním prahu, zatímco druhý a třetí stupeň zatížení by se měl pohybovat okolo aerobního a anaerobního prahu a poslední čtvrtý stupeň by měl probíhat v anaerobním prahu. Zatížení by mělo probíhat po dobu 5–7 min. K určení laktátové křivky je potřeba odebrat kapku krve, kterou

musíme odebrat ihned po doběhnutí každého stupně zatížení, musíme znát srdeční frekvenci po doběhnutí a minutu po dokončení úseku znovu zaznamenat hodnotu srdeční frekvenci. Rozdíl hodnot srdeční frekvence ihned po doběhnutí a minutu po doběhnutí daného úseku poukazuje na trénovanost jedince. Sportovec s vyšší úrovní trénovanosti bude rychleji dosahovat hodnot srdeční frekvence blíží se klidovému stavu. (Tvrzník et al., 2004).

Aerobní práh (AEP) je ukazatel oxidativní výkonnosti. Je to schopnost vykonávat vytrvalostní práci v rovnovážném stavu a dále je to ukazatel individuálně optimální intenzity zatížení, která slouží k rozvoji kardiorespirační zdatnosti. Anaerobní práh je ukazatel nejvyšší možné intenzity zatížení, při déletrvajícím zatížení se udržuje dynamická rovnováha mezi tvorbou laktátu v pracujících svalech a jeho odstraněním. Rovnováha je zvýšená, ale relativně stálá hladina laktátu v krvi. Koncentrace laktátu odpovídající anaerobnímu prahu kolísá kolem 4mmol/l. U vytrvalostních sportovců tyto hodnoty bývají o něco nižší 2–3,5 mmol/l u rychlostně trénovaných sportovců jsou hodnoty kolem 4–5,5 mmol/l a u netrénovaných osob jsou hodnoty anaerobního prahu cca 50–70 % VO_{2max} . U profesionálních sportovců 80–85 % VO_{2max} srdeční frekvence je mezi 88–93 % Sf_{max} . Vytrvalostním tréninkem se obvykle hodnoty SF na úrovni ANP většinou mírně snižují nebo se vůbec nemění, ale zvyšuje se spotřeba kyslíku, a především stoupá pohybová činnost (Psotta, 2006).

Aerobní práh (ANP), způsob získávání ATP je dominantní při tělesných aktivitách vytrvalostního charakteru trávajícího déle než 2–3 minuty. Jde o takovou aktivitu, která vyžaduje velký přísun kyslíku a na druhou stranu není tak velká, aby se kyslík v těle vyčerpával. Úroveň aerobních schopností je ovlivněna dědičností. Aerobní práh je limitujícím faktorem výkonnosti ve vytrvalostních disciplínách. O úrovni naší výkonnosti nás informuje vrcholová spotřeba kyslíku ($VO_{2,peak}$) (Psotta, 2006).



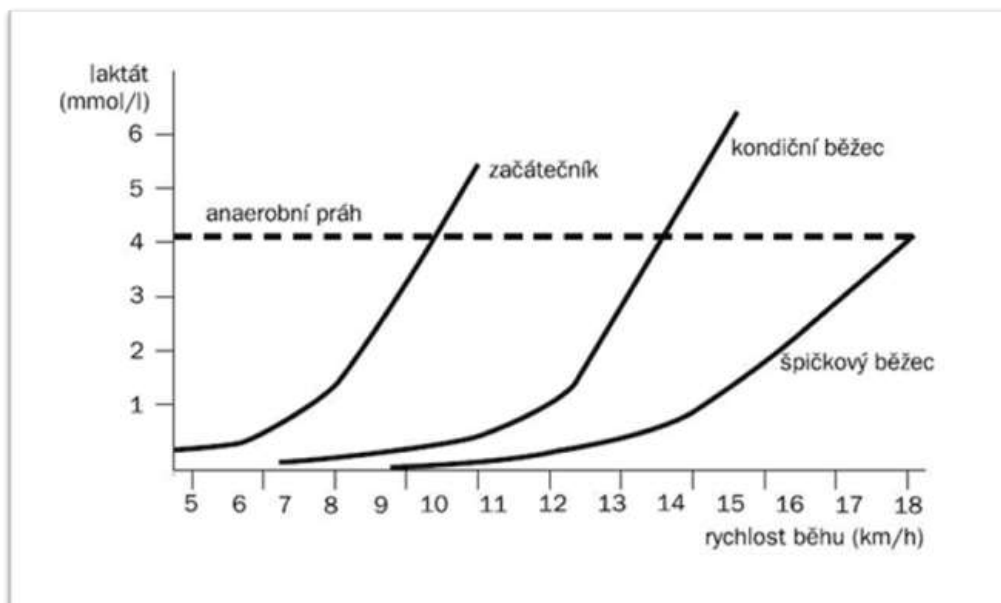
Obrázek 2. Zóny zatížení (Bahenský & Bunc, 2018, s. 40)

Laktát je produkt, který vzniká při procesu katabolismu sacharidů. Cukry jsou hlavním zdrojem energie v lidském těle, které se začínají metabolizovat hned po začátku pohybové činnosti, cca po 15–20 ti sekundách, tedy hned po vyčerpání primárního zdroje ATP-CP. Jedině sacharidy se dokáží jako jediné živiny metabolizovat za aerobních, tak za anaerobních podmínek. Při nedostatku kyslíku se glukóza štěpí na meziproductů, jako je například kyselina pyrohroznová, anebo kyselina mléčná, která je konečným produktem anaerobní glykolýzy. Při anaerobní glykolýze vzniká 1 mol glukózy 2 mol ATP. Při zvýšené tvorbě laktátu se snižuje pH krve, která může klesnout až na hodnoty 6,9. Laktát v krvi se obvykle normalizuje za 30–80 min při aktivním odpočinku a až za 60–120 min při pasivním odpočinku. Tvorba energie při anaerobních procesech za vzniku laktátu není nekonečná. Jedině limitují tři faktory (množství glykogenu rozštěpitelného na LA, množství glykolytických enzymů, tolerance k acidóze). Tyto tři faktory velice snadno dokážeme ovlivnit tréninkem. Po dostatečném množství aplikovaných stresorů dojde vlivem adaptace především ke zvýšení rezerv glykogenu a zvýšení acidózní tolerance. Acidózu v těle kontrolují chemoreceptory ve tkáních, které jsou citlivé na změny pH (Carmichael & Rutberg, 2005; Bartůňková, 2013).

Laktát vzniká z pyruvátu při anaerobním způsobu získávání energie. Pyruvát se tvoří při anaerobní glykolýze. Podle měřené hladiny laktátu v krevním řečišti, vzniká rozdíl mezi produkcí a odstraňováním laktátu. Může dojít až k okyselení vnitřního prostředí, které je vyvoláno vysokou koncentrací laktátu a dalšími kyselinami. Pokud dojde ke zvýšení koncentrace laktátu, nejvíce citlivá je právě centrální nervová soustava, kde dochází k narušení regulace pohybu, bolest svalů a jejich činnost se postupně snižuje, někdy dokonce i zastavuje. Hodnota laktátu se pohybuje mezi 1–2 mmol/l krve a laktátové hodnoty začínají stoupat při zvyšující se intenzitě zátěže (Havlíčková, 1999).

Aktuální možnosti získání hodnot o hladině laktátu v krvi se rapidně zjednodušily. Dříve jsme byli plně odkázáni na specializovaná pracoviště. Z tohoto důvodu využitelnost v tréninkovém procesu nebyla možná. Nyní je možné těchto informací dosáhnout sám nebo za pomoci trenéra nebo tréninkového partnera, jelikož jsou k dostání malé, kapesní měřiče laktátu. Postup je snadný a bezbolestný a velmi se podobá měření cukru v krvi u diabetiků. Samotné měření využívá kapilární krev, kterou je možno odebírat z bříška prstu nebo z ušního lalůčku velmi tenkou jehlou. Někteří sportovci se přiklání spíše k odběru z ušního lalůčku především při více odběrech v jedné tréninkové jednotce. Hlavní výhodou je, že ušní lalůček při dalším odběru stačí již jen zmáčknout pro získání dostatečného množství krve a tím odpadá další a další vpich. Odebraná krev se přenesse na speciální proužek papíru. Potřebný objem krve na jeden papírek je cca jedna kapka (5 μ l). Papírek s odebranou krví se vloží do přístroje, který v krátké době vyhodnotí proužek papíru a zobrazí na displeji hodnotu laktátu v krvi. Při samotném měření je potřeba dodržovat hygienické zásady a řídit se pokyny dle návodu uváděné výrobcem. V aktuální době není problém zařadit tento ukazatel trénovanosti do tréninku pro každého běžce se zájmem o efektivnější řízení sportovní přípravy. Test pobíhá ve stoupajících 4–5 zátěžích, postupně se zvyšujících, kde každá zátěž trvá 4–5 minut a po každé zátěži se odebere vzorek krve. Graf, který vznikne vztažením intenzity ke koncentraci laktátu v krvi, se nazývá laktátová křivka. Hodnoty laktátu můžeme vztahovat k tepové frekvenci, k rychlosti běhu, nebo třeba i výkonu jako fyzikální veličině při jízdě na cyklistickém ergometru. S rostoucí tendencí trénovanosti se tvar laktátové křivky bude posouvat směrem doprava. To je informace o zvyšování výkonnosti, ale zároveň tělo je schopno lépe snášet a odbourávat vytvořený laktát, což vede k zvyšování

tréninkových intenzit, abychom stále rozvíjeli námi určenou vytrvalostní schopnost. Proto laktátový test provádíme několikrát do roka. Slouží k ověření tréninkového programu a zároveň k přesnému určení intenzit běhu, kdy z laktátové křivky můžeme vyčíst jednotlivá tréninková pásma. Obecnou vytrvalost nejlépe trénujeme v intenzitě blížící se aerobnímu prahu, která odpovídá hodnotě laktátu 4 mmol/l, naproti tomu regenerační a udržovací trénink probíhá v intenzitě nižší zhruba 2 mmol/l, aerobní práh se uvádí na hodnotě 2 mmol/l, anaerobní práh 4 mmol/l a u anaerobního tréninku by se měla hodnota laktátu v krvi pohybovat nad 4 mmol/l. Regenerační běh nebo regenerační trénink při této aktivitě nedochází ke zvyšování hladiny laktátu v krvi sportovce a tak je v této intenzitě schopen aktivně setrvat 60–200 minut. Vyšší intenzita zátěže vede po 60 minutách k mírnému, ale stálému nárůstu laktátu, jedná se intenzitu mezi aerobním a anaerobním prahem což je 2–4 mmol/l. Běh na úrovni anaerobního prahu 4 mmol/l se pohybuje v rozmezí 30–60 minut. Vyšší intenzita je již v nad anaerobním prahem, zde se doba trvání odvíjí od změn vnitřního prostředí v těle, hladinou laktátu v krvi. Optimální tréninkový podnět v této intenzitě je 2–4 minuty, ale špičkoví sportovci jsou schopni až 6 minut zátěže na úrovni 14 mmol/l. Vyšší hladina laktátu v krvi a schopnost organismu v této situaci pracovat je velice individuální. Práce v této intenzitě je pro tělo extrémně náročná a dochází zde ke změnám na buněčné úrovni, k velkým změnám ve vnitřním prostředí a s tím se pojí zařazení dostatečného prostoru pro regeneraci po tréninkové jednotce (Tvrzník et al., 2004).



Obrázek 3. Vliv trénovanosti na tvar laktátové křivky (Tvrzník et al., 2004, s. 55)

První křivka nejvíce vlevo představuje laktátovou křivku běžeckého začátečníka, kde je patrná nižší úroveň vytrvalostních schopností. Anaerobní laktátový práh tohoto běžce se nachází na rychlosti 10,5 km/h. Následující křivka uprostřed patří pravidelně běhajícímu kondičnímu běžci. Kondiční běžec dosáhl rychlosti běhu na úrovni anaerobního laktátového prahu 13,5 km/h. Třetí špičkový běžec dosáhl rychlosti 18 km/h na úrovni anaerobního laktátového prahu, jeho křivka je posazena výrazně doprava a má pozvolně plynule stoupající charakter. Důležité parametry, které pozorujeme při vytvoření laktátové křivky, jsou především poloha křivky vzhledem k intenzitě běhu a následně její tvar. Důležité je, aby křivka nevykazovala prudké zalomení, které by vedlo k rapidnímu nárustu laktátu v krvi (Tvrzník et al., 2004).

3.13 Diagnostika trénovanosti

Diagnostika trénovanosti spočívá v testování probandů s následným vyhodnocováním a porovnáváním. Jedna z nejčastějších diagnostik, která se běžně využívá, se zaměřuje na morfologické a funkční předpoklady, z kterých lze určovat tělesnou výšku, hmotnost, složení a stavbu těla a somatotyp. Lze diagnostikovat i psychické předpoklady. Z fyziologických je nejčastěji sledována transportní kapacita kyslíku, ekonomika pohybu a technika provedení (Bunc, 2013).

Testy umožňují zjistit stav aktuální výkonnosti a při opakovaném použití umožňují vyjádřit progres či regres. Objektivizace výkonnosti sportovce je předpoklad

pro možnost individualizace tréninkového plánu a zefektivnění tréninkového zatížení ve prospěch sportovce a tím přetavit dřinu a píli v úspěch ve sportu. Následně je možné se zaměřit na poměr mezi absolvovaným tréninkem a dosaženou úrovní trénovanosti, předpokladem je že máme podrobný záznam tréninkového zatížení. Soustavné sledování růstu výkonnosti v důsledku zatížení organismu jednak poukazuje na možnosti růstu sportovce, ale především zobrazuje efektivitu zvoleného tréninkového procesu. Testování není jen kontrola trénovanosti, výkonnosti, zdravotního stavu, stavu tkání a orgánů se stává důležitým prvkem při sportovním tréninku, ale navíc poskytuje zpětnou vazbou (Měkota & Cuberek, 2007; Benson & Connolly, 2012).

V tréninkovém procesu je důležitá forma, intenzita, doba trvání a frekvence. Zvolený test by měl přicházet právě v období, kdy vrcholí rozvoj zvolené pohybové složky. Dobře zvolený test je jednoduchý, přiměřený, bez přehnaných psychických nároku a se snadnou interpretací. Je třeba zajistit vše potřebné a možné proto, aby bylo možné test v co nejpodobnějších podmínkách opakovat (standardizované rozcvičení a stejná denní doba) a tím si zajistit porovnatelnost získaných výsledků. Monitorovat předcházející tréninkové nasazení aspoň v posledních dnech před testem, i subjektivní hodnocení stavu sportovce je důležitým faktorem. Všechny tyto faktory mohou silně ovlivnit proběh testu a tím se mohou výsledky značně lišit od opravdové výkonnosti sportovce. Výsledky testů jsou silným pomocníkem při stavbě následujícího tréninkového procesu, ale nejsou jedinou vypovídající hodnotou, podle které je třeba se řídit (Daniels, 2013).

Složky tréninků se navzájem ovlivňují, jdou takzvaně ruku v ruce a nedají se izolovat. Působí na celkový růst sportovce. Vrozené předpoklady získané v genetické výbavě jsou nedílnou součástí. Přestože nejsme schopni dostatečně ovlivnit strukturální předpoklady je jejich potřeba pro dosažení určité výkonnosti nezbytná. Zatímco funkční předpoklady jsme schopni tréninkem ovlivnit ve velké míře. Při výběru talentů je nezbytné zjistit, v jaké etapě sportovní přípravy se jedinec nachází, jaký podíl z jeho výsledků je talent, genetika a jak velká část je zapříčiněna intenzivní přípravou (Bouchard et. al., 1997).

Testy, které se běžně využívají, jakožto ukazatel výkonnosti v tréninkovém procesu se dělí na dvě široké skupiny, a to především podle lokality, kde test lze aplikovat (laboratorní, terénní) (Powers, 2014).

Laboratorní testy mají jisté výhody (stálost prostředí, sledování mnoha parametrů najednou, opakovatelnost testu). Avšak modelové situace zatížení na nejrůznějších ergometrech nemusí vždy plně korespondovat se zatížením v reálné situaci. I použití jiného pohybového stereotypu vede k jisté odchylce a možnosti zkreslení dat získaných laboratoří. Výhodou je velice přesně změření intenzity zatížení, které je ale potřeba transformovat do terénních podmínek (Bunc, 1989).

Terénní testy jsou prakticky totožné pohybovému stereotypu s vlastním výkonem. Hlavní výhodou použití terénních testů v tréninkovém procesu je možnost aplikovat konkrétní test přímo v tréninkové jednotce v prostorách běžných a dobře známých probandovi. Tímto odpadá psychická složka, nervozita z neznámého prostředí. Nevýhodou je relativně nepřesné stanovení vykonané práce, problém s měřením většiny stavových veličin a nemožnost dodržení stejných klimatických podmínek pro následné opakování testu. Velké množství standardizovaných terénních testů nabízí možnost najít co nejbližší test pro danou disciplínu. Dosažení submaximální intenzity v průběhu testu je zajisté nejlepší varianta pro následné využití ve výzkumu či pro pouhé zjištění aktuální výkonnosti sportovce (Bunc, 1989).

Měření srdeční frekvence slouží jako nejvyužívanější metoda v zátěžové diagnostice. Je to metoda, která je ukazatelem velikosti intenzity zatížení. Při zatížení se hodnoty srdeční frekvence pohybují a jejich hodnoty nám mohou ukázat, jak je daný jedinec trénovaný. U netrénovaných jedinců jsou naměřené hodnoty vyšší než u sportovců. Je to dáno tím, že u netrénovaných není srdce tolik adaptováno na fyzickou zátěž, a proto musí srdce vynaložit vyšší námahu při vhánění krve do krevního oběhu. Pokles srdeční frekvence záleží na okolí, trénovanosti nebo na intenzitě fyzické zátěže. Dále závisí i na věku jedince. Děti podstatně rychleji regenerují než dospělí. Reakce srdeční frekvence na krátkodobé zatížení probíhá v několika fázích. Fáze úvodní: nastává před výkonem, hodnoty tepové frekvence stoupají o desítky tepů za minutu. Za stoupající tepovou frekvenci může takzvaný předstartovní stav. Fáze původní: jedná se o změny tepové frekvence během výkonu. Ze začátku aktivity tepová frekvence stoupá,

než se postupně ustálí (při aktivitě pod anaerobním prahem) nebo může dále stoupat, když je aktivita nad aerobním prahem. Fáze zotavovací: nastává návratem ke klidovým hodnotám. Zotavovací fázi ovlivňuje délka, druh a intenzita zátěže. Nejprve dochází k výraznému poklesu tepové frekvence, poté k pomalejšímu klesání, než se tepová frekvence ustálí na klidových hodnotách, což může trvat i několik desítek minut (Dovalil et al., 2012).

Cílem veškerého testování (laboratorní i terénní) je najít možnosti a odezvu organismu na modelově vytvořené zatížení, kterého právě dosáhneme samotným testem. Spočívá ve správně zvoleném testu, který svojí intenzitou, dobou trvání a formou se nejvíce blíží závodnímu zatížení. Například test provedený na cyklistickém ergometru u sportovců, u kterých v závodní i tréninkové aktivitě převládá běh, vykazuje hodnoty o 10–12 % nižší, než kdyby bylo využito pro test běhátko. Hledání drobných mezer, nedostatků, nedokonalostí, odlišností nám umožňuje ovlivnit v budoucnu tréninkový proces a posunout výkonnost o krok výše. Využívají se dvě formy diagnostiky (kvalitativní a kvantitativní). Kvantitativní se především využívá k hodnocení výkonnosti a efektivity tréninku. Kvalitativní se nejčastěji využívá u mladých sportovců, ale má efekt i u starších, spočívá ve vytvoření holistického obrazu zkoumaného předmětu (Bunc, 2003).

4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

Práce bude založena na laboratorním testování a vyhodnocení získaných údajů na základě měření, obsahové analýzy a porovnání se stávajícími publikacemi.

4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu

Organizace celého projektu začala spojením se s vedoucím této práce PhDr. Petrem Bahenským, Ph.D., který je současně trenérem atletiky. Tato kombinace zjednodušila a urychlila celý proces domlouvání a následného testování. Nebylo potřeba hluboce seznamovat trenéra s úmysly našeho výzkumu a zároveň bylo velké plus v možnosti využití atletických svěřenců, kteří jsou v tréninkovém procesu už několik let a s trenérem se dobře znají. Následně proběhlo seznámení, instruktáž a získání souhlasu od všech probandů zapojených do experimentu. Všichni probandi měli již za sebou opakované měření tudíž bylo jednoduché vysvětlit jaké požadavky na ně budou kladeny.

Následně bylo potřeba zajistit časový harmonogram testování, aby proběhlo v co nejkratším časovém úseku. Bylo zapotřebí sjednotit naše časové možnosti s časovými možnostmi probandů a s dlouhodobě vyjednanými podmínkami využívání atletického stadionu. Tento proces probíhal ve dvou etapách. První etapa proběhla před odjezdem na vysokohorský kemp a následně ihned po návratu proběhla druhá totožná etapa. Stejný proces byl aplikován i na kontrolní skupině s jediným rozdílem, že po prvním testování neodjela na vysokohorský kemp, ale zůstala se synchronizovaným tréninkovým plánem v domácích podmínkách. A po uplynutí stejného časového úseku (jedenáct dní) proběhlo druhé testování obou skupin.

Pro testování bylo vybráno 19 studentů, kteří byli testováni na atletické stadionu v Českých Budějovicích. První testování probíhalo v říjnu a druhé testování probíhalo o měsíc později ve stejném roce hned po absolvování tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce. V Českých Budějovicích test probíhal na atletickém stadionu, kde každý testovaný běžel čtyři úseky po 1 600 m. Intenzita zatížení se při každém úseku postupně zvyšovala tak, aby poslední úsek probíhal v anaerobní zóně. Krev potřebná ke stanovení koncentrace laktátu se odebírala ihned po ukončení každého úseku. Krev byla odebírána z prstů pomocí malé jehličky a koncentraci hladiny laktátu jsme určovali za pomoci speciálního přístroje (Lactate Scout). Dále je velice důležité měření času každého úseku a měření srdeční frekvence. Všechny výsledky byly zaznamenávány do

vyhodnocovacích tabulek, ze kterých se výsledky přenesly do počítače, kde se vytvořila laktátová křivka.

Probandi prováděli testování po jednom v předem domluvených termínech. Před samotným testováním se museli atleti důkladně individuálně rozcvičit a rozběhat.

Probandi absolvovali test na atletickém stadionu v Českých Budějovicích před a po soustředění, kde jsme se u každého snažili zjistit poměr laktátu v krvi. Měření laktátu jsme prováděli pomocí přístroje Lactate Scout. Důležité je měření času a k tomu jsme využili stopky, kterými jsme hlídali celkový čas úseku, čas po jednom uběhnutém kolečku na ovále a přesné dodržení dvou minutového odpočinku mezi jednotlivými úseky. Dále každý proband měl zapůjčen sporttester s hrudním pásem pro záznam srdeční frekvence po dobu celého testu. Hrudní pás jsme použili od značky Polar.

Měření srdeční frekvence během testu bylo aplikováno především kvůli použitelnosti v tréninkovém procesu. Téměř každý sportovec využívá ve své přípravě sporttester s hrudním pásem nebo alespoň chytré hodinky co dovedou měřit srdeční frekvenci během aktivity. Orientace v zatížení podle srdeční frekvence se běžně využívá a lze měřit intenzitu zatížení právě podle srdeční frekvence. Důležitý parametr, který lze pozorovat nastává po ukončení aktivity. Jedná se o sledování poklesu srdeční aktivity na klidovou hodnotu. Tento parametr znárodňuje trénovanost jedince a schopnost organismu reagovat na zátěž. Čím rychlejší je pokles na klidovou hodnotu srdeční frekvence tím vyšší je trénovanost jedince.

Přestože bylo zahrnuto měření srdeční frekvence do našeho experimentu, jedná se pouze o doplňkový parametr, pro jehož prokazatelnost by bylo zapotřebí měřit srdeční frekvenci při stejné rychlosti běhu. Pokles srdeční frekvence při stejné rychlosti běhu by vypovídal o pozitivním vlivu vysokohorského kempu na trénovanost jedince. Aktuální změny srdečního tepu budou ovlivněny změnou rychlostí běhu na stanovených laktátových prazích.

4.2 Charakteristika souboru

Náš výzkumný soubor tvoří 19 osob adolescentního věku v rozsahu 14–18 let. Všechny zúčastněné osoby jsou členy atletického klubu TJ Sokol České Budějovice. Část z nich dokonce studuje sportovní gymnázium Česká v Českých Budějovicích. Všechny osoby se věnují aktivně běhu na střední a dlouhé tratě minimálně dva roky. Osm

probandů tvořilo kontrolní skupinu, která obsahovala 4 ženy a 4 muže. Jedenáct probandů absolvovalo jedenáctidenní strukturované vysokohorské soustředění ve složení 7 mužů a 4 žen. Struktura, intenzita i objem tréninkových nároků byl sladěn pro obě skupiny.

4.3 Sběr dat

Budeme porovnávat vliv vysokohorského kempu na změnu laktátové křivky u adolescentních atletů. V naší práci je do experimentu zapojená i kontrolní skupina, tudíž nebudeme porovnávat pouze změnu před a po vysokohorském kempu, ale i rozdíl změn dosažených bez využití vysokohorského kempu v přípravě. Na naměřená data se podíváme i z hlediska věcné významnosti, která zkoumá užitečnost výsledků v reálném světě.

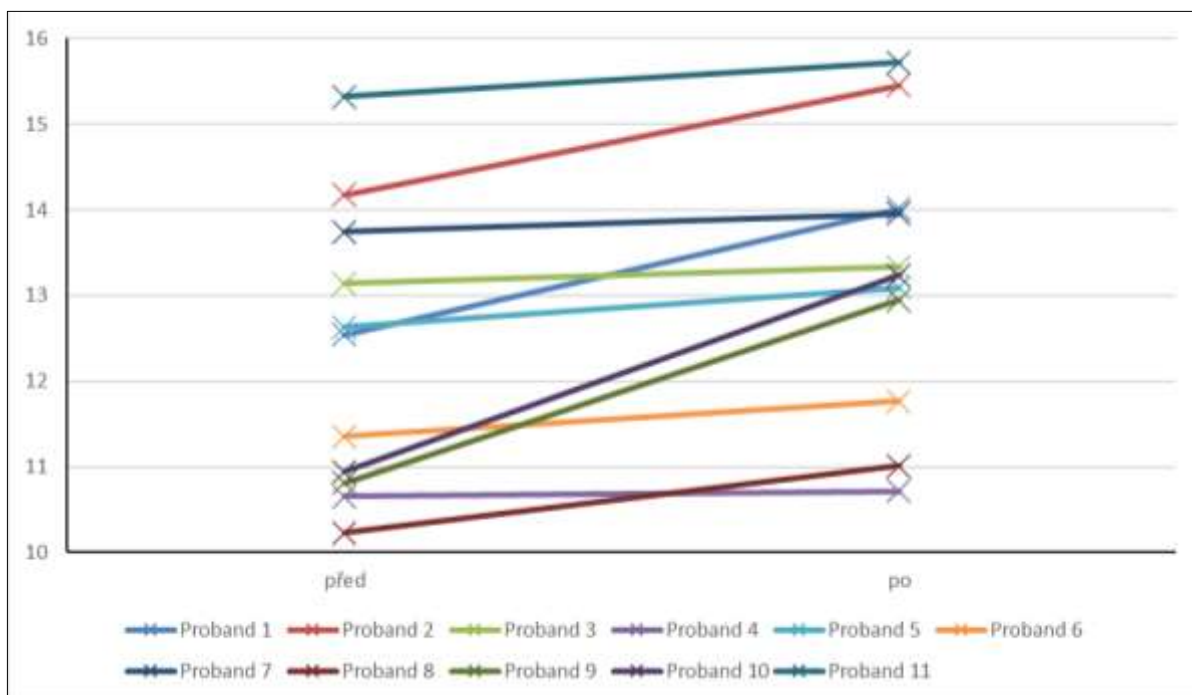
Samostatné měření probíhalo v Českých Budějovicích na atletickém stadionu. Každý proband byl měřen zvlášť. Před zahájením testu proběhlo individuální zahřátí a rozcvičení následně rekapitulace průběhu testu. Následovalo nasazení hrudního pásu pro přesné měření srdeční frekvence. Následně probanda čekalo 4x1 600 m. mezi každým úsekem byl odebrán vzorek krve z prstu. Odpočinek mezi jednotlivými úseky byl 2 minuty. Každý následující úsek je ve vyšší intenzitě než ten předchozí. První úsek je čistě aerobním pásmu. Druhý úsek je intenzivnější, ale převážně stále v aerobním pásmu. Třetí na přechodu mezi aerobním a anaerobním pásmem. Čtvrtý úsek je v anaerobním pásmu. Rychlost jednotlivých úseků byla stanovena na základě trénovanosti probandů. Získaná data jsme pečlivě zaznamenali pro následné zpracování a vyhodnocení. Následně probíhalo vyklusání, které již nemělo vliv na výsledek testu, ale i tak je jeho nedílnou součástí.

5 Výsledky

5.1 Rychlost běhu

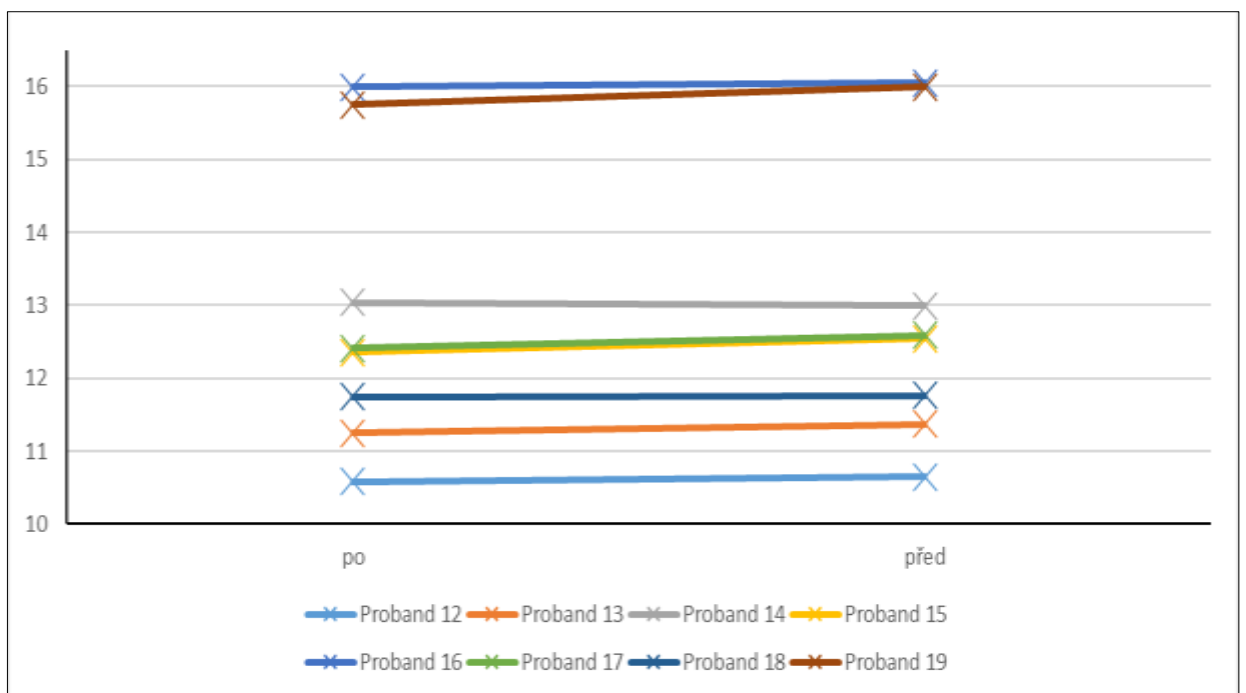
5.1.1 Rychlost běhu v km/h při 2 mmol

Obrázek číslo 4 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 2 mmol laktátu v krvi. Každá barva značí probandovy výsledky před a po soustředění ve vyšší nadmořské výšce. Dva body, které jsou spojené přímkou, vypovídají o stoupající tendenci u všech zapojených probandů. Nejvyšších procentuálních změny rychlosti běhu dosáhl proband číslo 10 +20,96 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 4 +0,60 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $7,51 \pm 6,91$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,56 což je na úrovni středního efektu Cohena d. Při testování před odjezdem na vysokohorskou přípravu bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 15,32 km/h, průměrné rychlosti $12,32 \pm 1,58$ km/h, a nejnižší rychlosti 10,227 km/h. Po návratu byla maximální rychlost běhu 15,72 km/h, průměrná rychlost $13,20 \pm 1,53$ km/h a nejnižší rychlost 10,71 km/h.



Obrázek 4. Rychlost běhu v km/h při 2 mmol, experimentální skupina

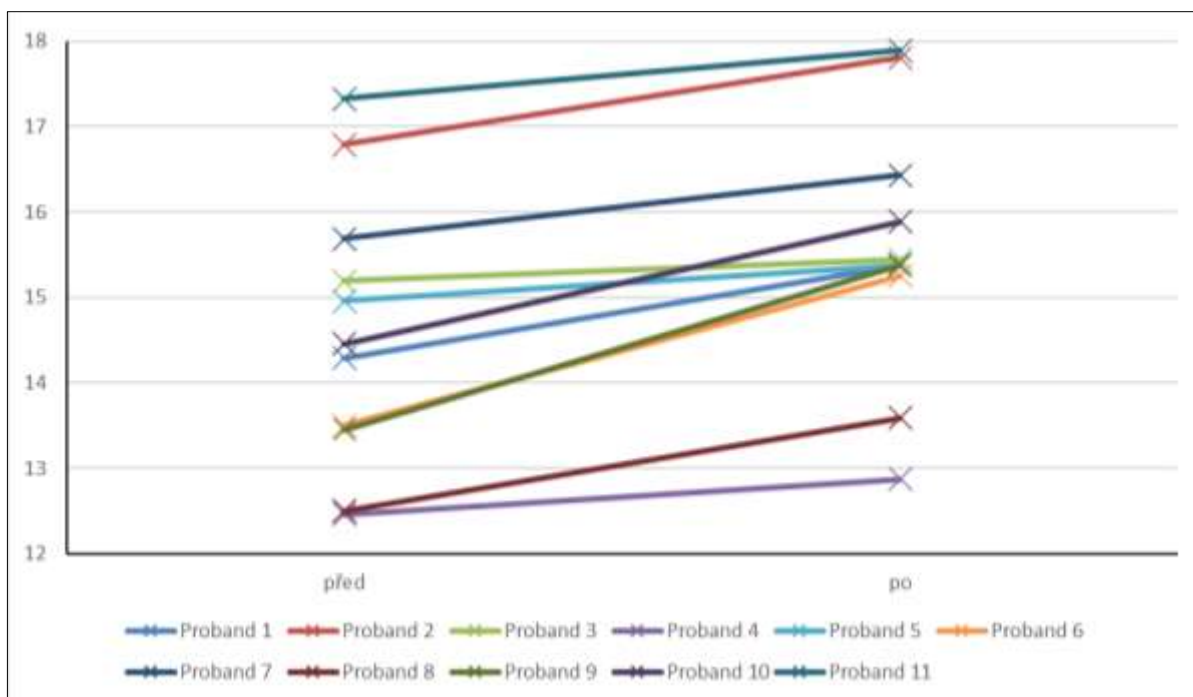
Obrázek číslo 5 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 2 mmol laktátu v krvi. Každý barva znázorňuje dva body (první a druhé měření) probandů vybraných do kontrolní skupiny. Body jsou spojeny úsečkou jejíž sklon vypovídá o změnách vzniklých působením tréninkového procesu. Pouze proband číslo 14 nedosáhl na stoupající tendenci přímky. Nejvyšších procentuálních změn rychlosti běhu dosáhl proband číslo 15 +1,54 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 14 -0,38 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byly $0,79 \pm 0,68$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,06 což je na úrovni menšího než malého efektu Cohenova d. Při prvním testování kontrolní skupiny bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 16,00 km/h, průměrné rychlosti $12,89 \pm 1,86$ km/h, a nejnižší rychlosti 10,58 km/h. Druhé testování po dokončení totožného tréninkového procesu jako skupina ve vyšší nadmořské výšce byly hodnoty kontrolní skupiny maximální rychlosti běhu 16,05 km/h, průměrná rychlost $12,99 \pm 1,88$ km/h a nejnižší rychlost 10,65 km/h. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky významný $p=0,014$.



Obrázek 5. Rychlost běhu v km/h při 2 mmol, kontrolní skupina

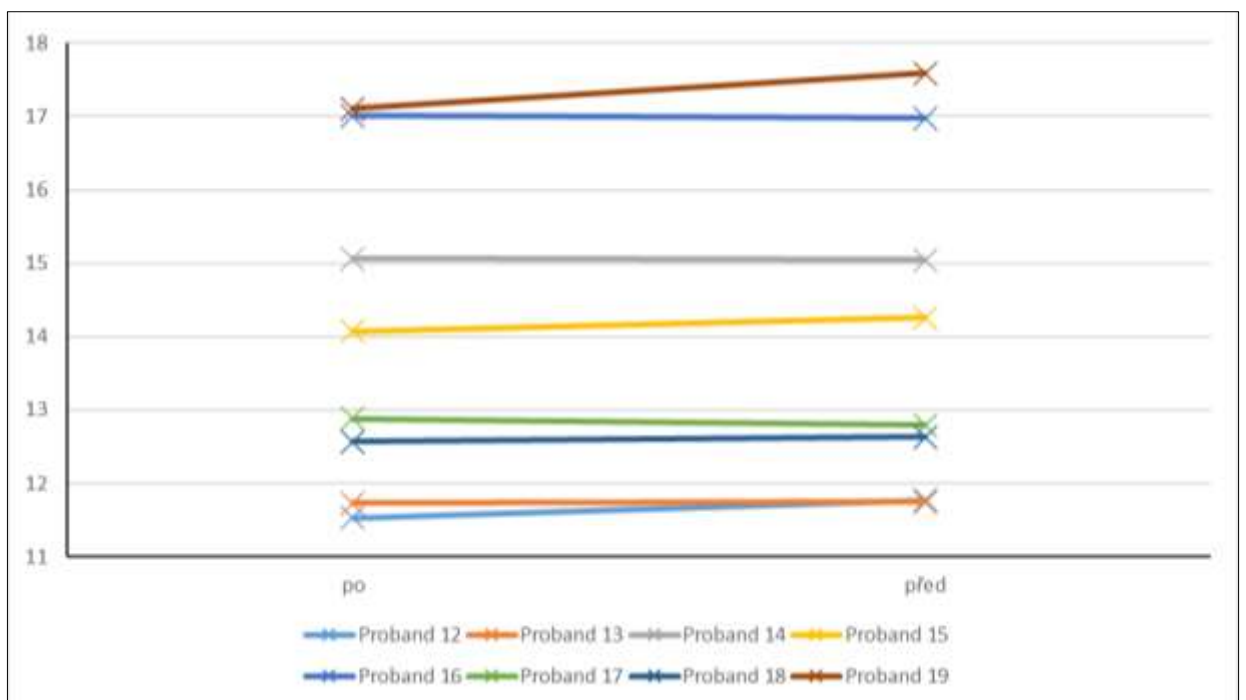
5.1.2 Rychlost běhu v km/h při 4 mmol

Obrázek číslo 6 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 4 mmol laktátu v krvi. Každá barva značí probandovy výsledky před a po soustředění ve vyšší nadmořské výšce. Dva body, které jsou spojené přímkou vypovídají o stoupající tendenci u všech zapojených probandů. Nejvyšších procentuálních změny rychlosti běhu dosáhl proband číslo 9 +14,88 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 3 +1,66 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $7,10 \pm 4,23$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,68 což je na úrovni středního efektu Cohena d. Při testování před odjezdem na vysokohorskou přípravu bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 16,82 km/h, průměrné rychlosti $14,10 \pm 1,52$ km/h, a nejnižší rychlosti 11,96 km/h. Po návratu byla maximální rychlost běhu 17,39 km/h, průměrná rychlost $15,07 \pm 1,44$ km/h a nejnižší rychlost 12,37 km/h.



Obrázek 6. Rychlost běhu v km/h při 4 mmol, experimentální skupina

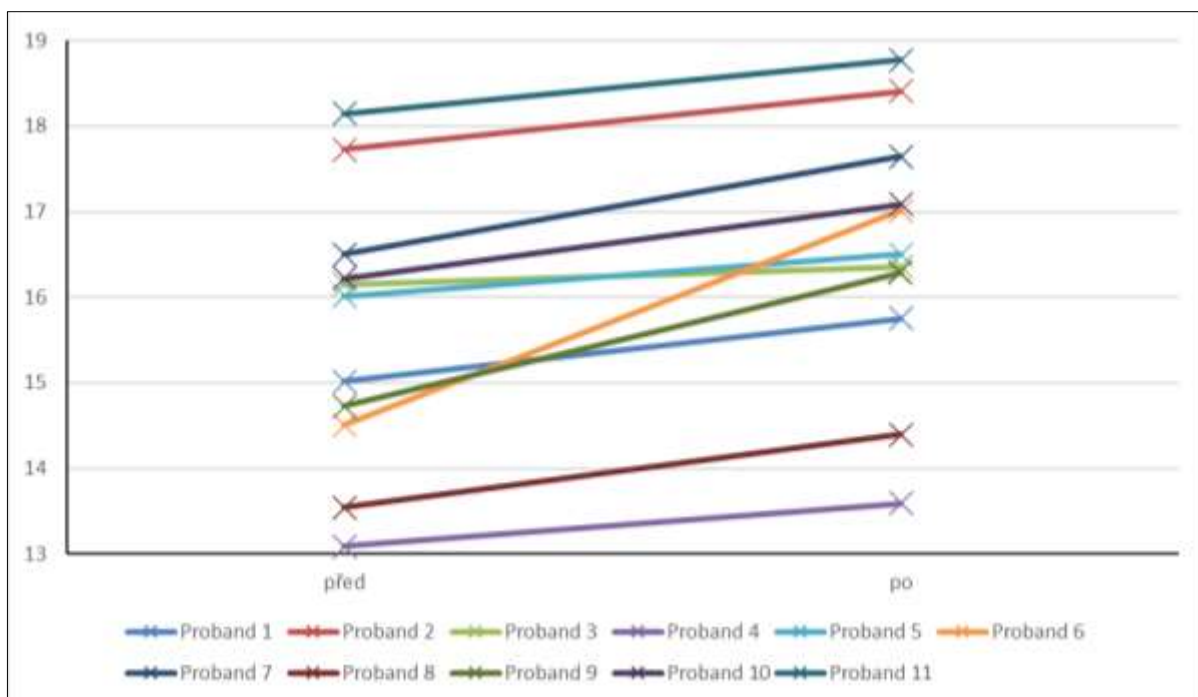
Obrázek číslo 7 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 4 mmol laktátu v krvi. Každá barva znázorňuje dva body (první a druhé měření) probandů vybraných do kontrolní skupiny. Body jsou spojeny úsečkou jejíž sklon vypovídá o změnách vzniklých působením tréninkového procesu. Pouze probandi číslo 14, 16 a 17 nedosáhli na stoupající tendenci přímky. Nejvyšších procentuálních změn rychlosti běhu dosáhl proband číslo 19 +2,81 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 17 -0,70 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byly $0,74 \pm 1,14$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,05 což je na úrovni menšího než malého efektu Cohena d. Při prvním testování kontrolní skupiny bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 17,11 km/h, průměrné rychlosti $14,00 \pm 2,07$ km/h, a nejnižší rychlosti 11,53 km/h. Druhé testování po dokončení totožného tréninkového procesu jako skupina ve vyšší nadmořské výšce byly hodnoty kontrolní skupiny maximální rychlosti běhu 17,59 km/h, průměrná rychlost $14,10 \pm 2,13$ km/h a nejnižší rychlost 11,75 km/h. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky významný $p=0,001$.



Obrázek 7. Rychlost běhu v km/h při 4 mmol , kontrolní skupina

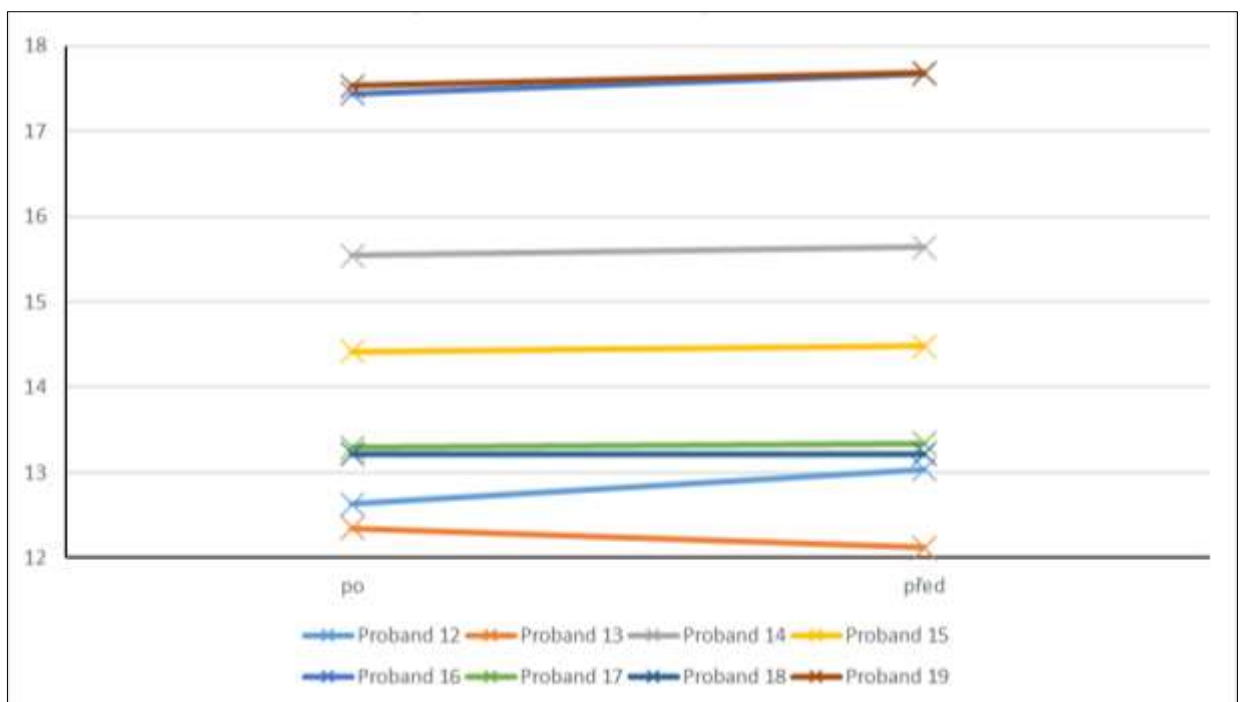
5.1.3 Rychlost běhu v km/h při 6 mmol

Obrázek číslo 8 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 6 mmol laktátu v krvi. Každá barva značí probandovy výsledky před a po soustředění ve vyšší nadmořské výšce. Dva body, které jsou spojené přímkou vypovídají o stoupající tendenci u všech zapojených probandů. Nejvyšších procentuálních změny rychlosti běhu dosáhl proband číslo 6 +17,89 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 3 +1,32 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $6,31 \pm 4,39$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,62 což je na úrovni středního efektu Cohena d. Při testování před odjezdem na vysokohorskou přípravu bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 17,65 km/h, průměrné rychlosti $15,10 \pm 1,52$ km/h, a nejnižší rychlosti 12,59 km/h. Po návratu byla maximální rychlost běhu 18,27 km/h, průměrná rychlost $16,03 \pm 1,48$ km/h a nejnižší rychlost 13,09 km/h.



Obrázek 8. Rychlost běhu v km/h při 6 mmol, experimentální skupina

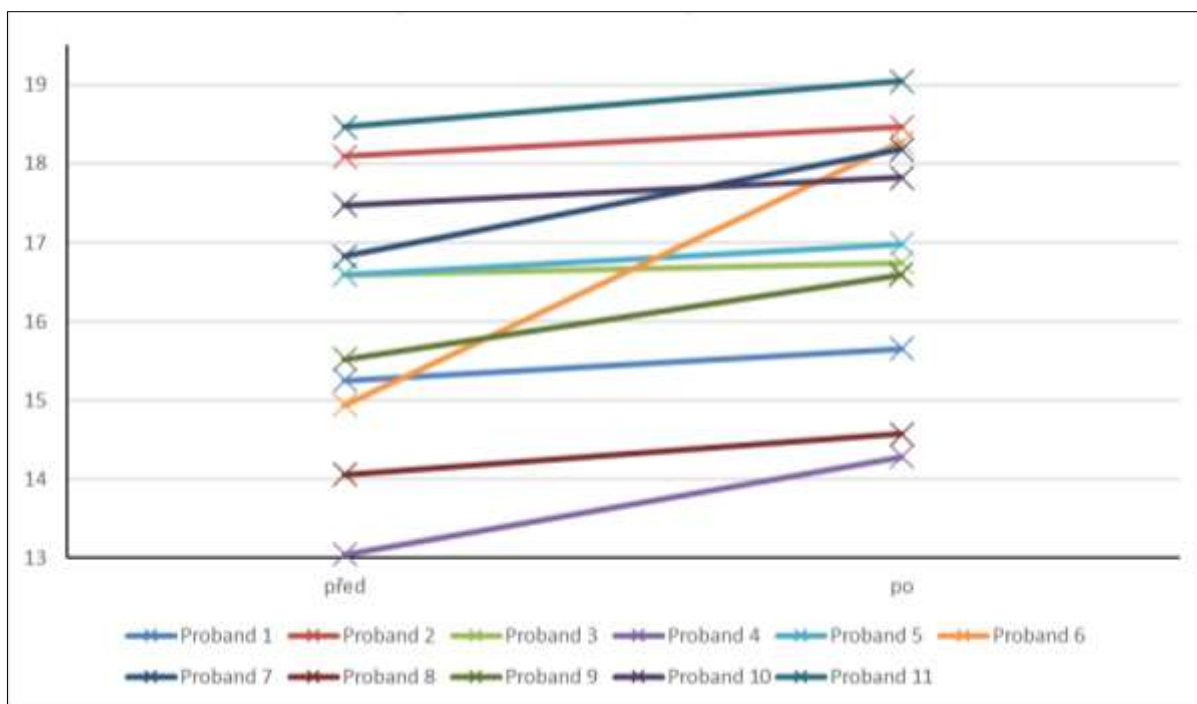
Obrázek číslo 9 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 6 mmol laktátu v krvi. Každá barva znázorňuje dva body (první a druhé měření) probandů vybraných do kontrolní skupiny. Body jsou spojeny úsečkou jejíž sklon vypovídá o změnách vzniklých působením tréninkového procesu. Pouze proband číslo 13 nedosáhl na stoupající tendenci přímky. Nejvyšších procentuálních změn rychlosti běhu dosáhl proband číslo 12 +3,25 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 13 -1,86 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $0,62 \pm 1,33$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,05 což je na úrovni menšího než malého efektu Cohenova d. Při prvním testování kontrolní skupiny bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 17,53 km/h, průměrné rychlosti $14,55 \pm 1,94$ km/h, a nejnižší rychlosti 12,35 km/h. Druhé testování po dokončení totožného tréninkového procesu jako skupina ve vyšší nadmořské výšce byly hodnoty kontrolní skupiny maximální rychlosti běhu 17,68 km/h, průměrná rychlost $14,65 \pm 2,00$ km/h a nejnižší rychlost 12,12 km/h. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky významný $p=0,002$.



Obrázek 9. Rychlost běhu v km/h při 6 mmol, kontrolní skupina

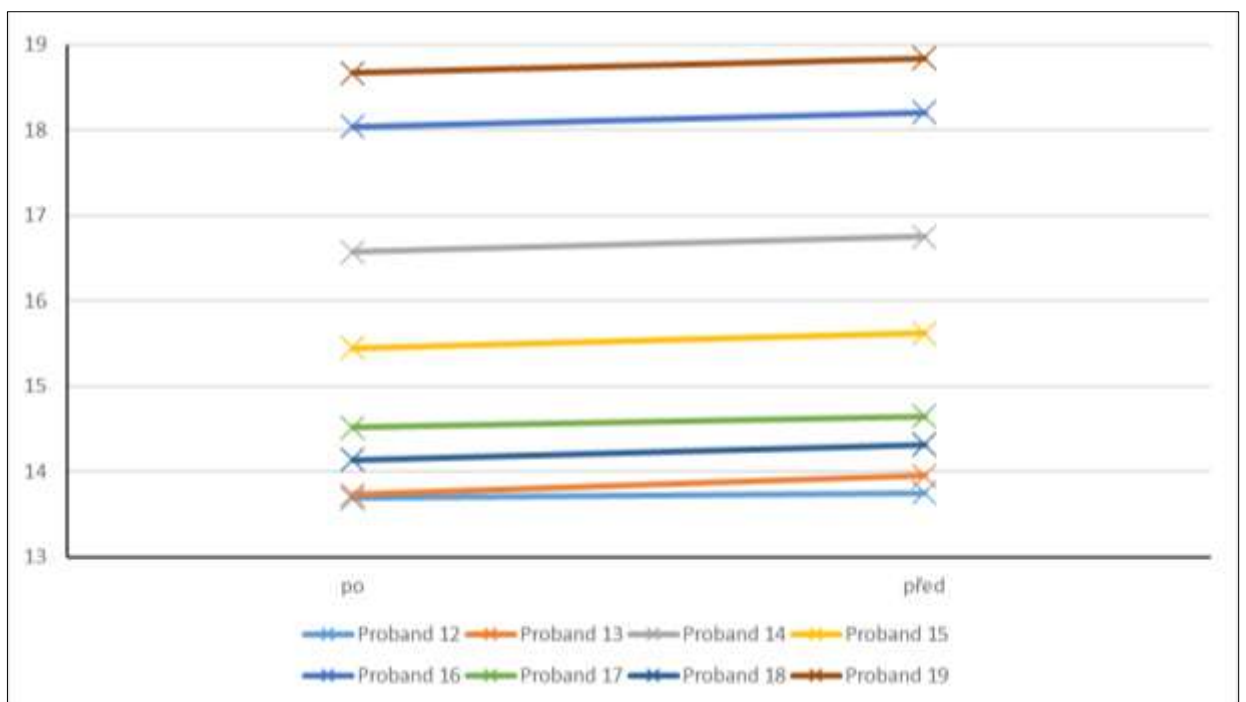
5.1.4 Rychlost běhu v km/h při 9 mmol

Obrázek číslo 10 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 9 mmol laktátu v krvi. Každá barva značí probandovy výsledky před a po soustředění ve vyšší nadmořské výšce. Dva body, které jsou spojené přímkou vypovídají o stoupající tendenci u všech zapojených probandů. Nejvyšších procentuálních změn rychlosti běhu dosáhl proband číslo 6 +22,34 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 3 +0,93 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $5,78 \pm 5,87$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,57 což je na úrovni středního efektu Cohena d. Při testování před odjezdem na vysokohorskou přípravu bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 18,46 km/h, průměrné rychlosti $16,08 \pm 1,6$ km/h, a nejnižší rychlosti 13,04 km/h. Po návratu byla maximální rychlost běhu 19,048 km/h, průměrná rychlost $16,97 \pm 1,52$ km/h a nejnižší rychlost 14,29 km/h.



Obrázek 10. Rychlost běhu v km/h při 9 mmol, experimentální skupina

Obrázek číslo 11 zobrazuje rychlost běhu na úrovni 9 mmol laktátu v krvi. Každá barva znázorňuje dva body (první a druhé měření) probandů vybraných do kontrolní skupiny. Body jsou spojeny úsečkou jejíž sklon vypovídá o změnách vzniklých působením tréninkového procesu. U všech probandů kontrolní skupiny byla zjištěna stoupající tendence výkonnosti. Nejvyšších procentuálních změn rychlosti běhu dosáhl proband číslo 13 +1,60 %. Nejmenších procentuálních změn dosáhl proband číslo 12 +0,44 %. Průměr procentuálních změn celé testované skupiny byl $1,03 \pm 0,31$ %. Věcná významnost výsledků byla 0,09 což je na úrovni menšího než malého efektu Cohena d. Při prvním testování kontrolní skupiny bylo dosaženo u probandů maximální rychlosti běhu 18,67 km/h, průměrné rychlosti $15,60 \pm 1,83$ km/h, a nejnižší rychlosti 13,69 km/h. Druhé testování po dokončení totožného tréninkového procesu jako skupina ve vyšší nadmořské výšce byly hodnoty kontrolní skupiny maximální rychlosti běhu 18,84 km/h, průměrná rychlost $15,76 \pm 1,84$ km/h a nejnižší rychlost 13,75 km/h. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky významný $p=0,038$.

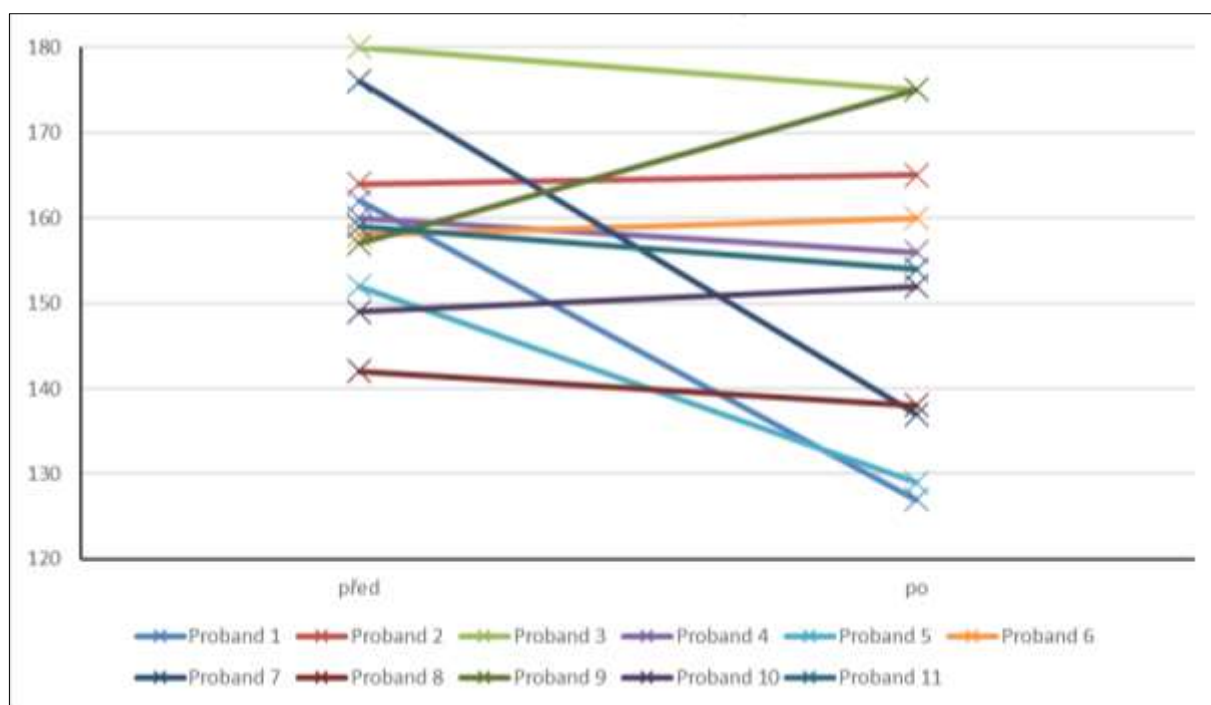


Obrázek 11. Rychlost běhu v km/h při 9 mmol, kontrolní skupina

5.2 Srdeční frekvence

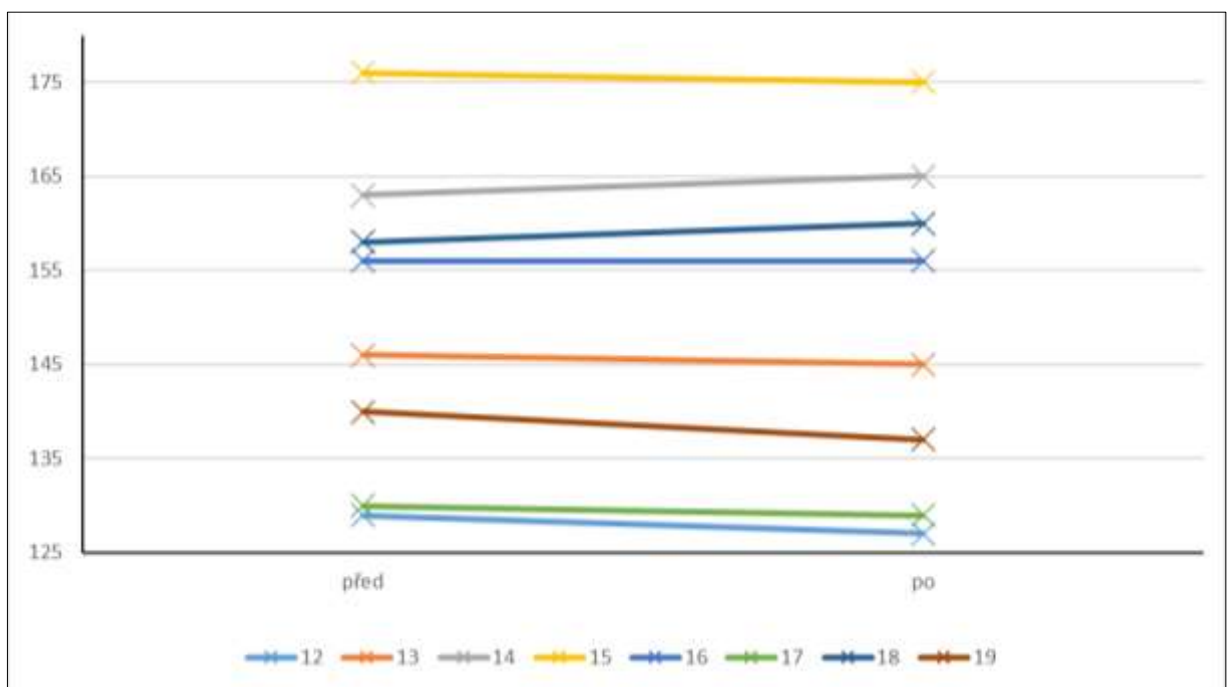
5.2.1 Srdeční frekvence při 2 mmol

Obrázek číslo 12 znázorňuje dosažené změny srdeční frekvence vlivem vysokohorského kempu při hodnotě 2 mmol laktátu v krvi. Nejvyšší srdeční frekvence před vysokohorským kempem dosáhl proband číslo 3, hodnotou 180,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 8, hodnotou 142,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota před kempem byla $159,90 \pm 10,44$ tepů za minutu. Sedm z jedenácti probandu dosáhlo klesající tendence změny srdeční frekvence a pouze čtyři z jedenácti probandů dosáhli stoupající tendence srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu dosáhl proband číslo 3, hodnotou 175,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence byla dosažena probandem číslo 1, hodnotou 127,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu byla $151,60 \pm 16,19$ tepů za minutu. Rozdíl průměrných hodnot tepů za minutu je 8,30. Nejvyšší změnu vykazoval proband číslo 9, hodnotou 11,46 %. Nejnižší změny dosáhl proband číslo 7, hodnotou -22,16 %. Průměrná procentuální změna skupiny byla $-4,98 \pm 9,92$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 2 mmol laktátu v krvi byla 0,61, což je na úrovni středního efektu.



Obrázek 12. Srdeční frekvence za minutu při 2 mmol, experimentální skupina

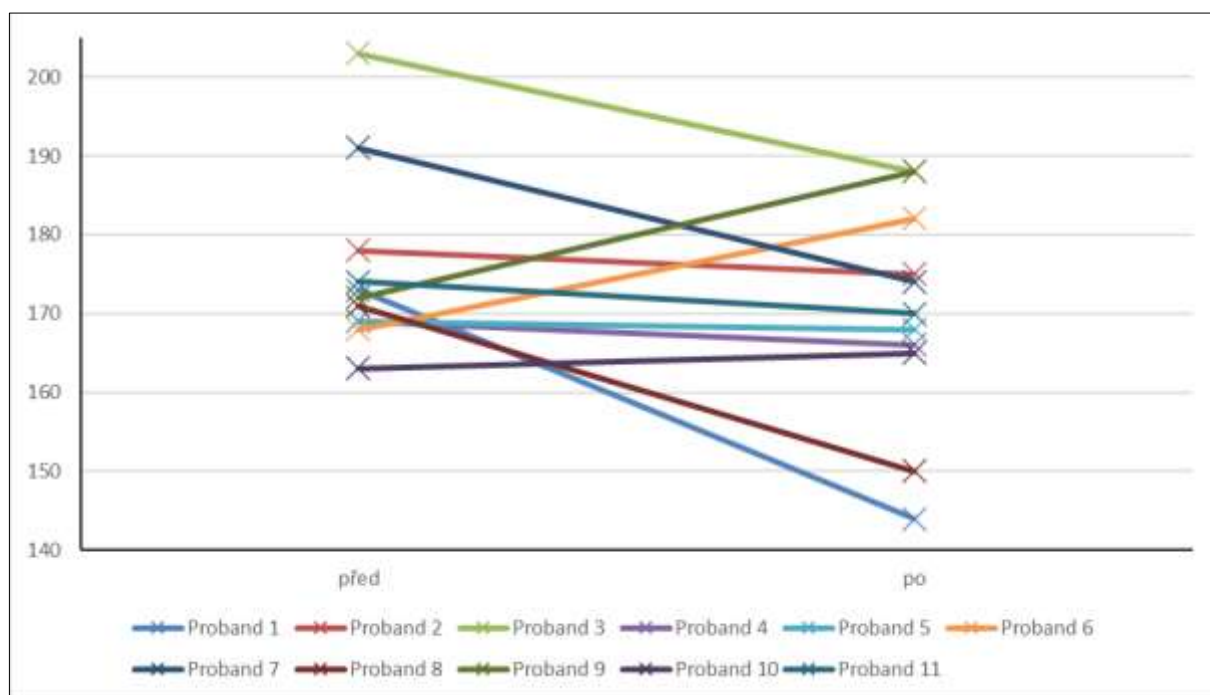
Obrázek číslo 13 znázorňuje změny srdeční frekvence za minutu při 2 mmol laktátu v krvi dosažené kontrolní skupinou. Nejvyšší srdeční frekvence kontrolní skupiny před zahájením (totožného tréninkového zatížení jako u skupiny která odcestovala na vysokohorský kemp) byla u probanda číslo 15, hodnotou 176,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 12, hodnotou 129,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence před zahájením synchronizovaného tréninkového zatížení byla $149,00 \pm 15,42$ tepů za minutu. Pět z osmi probandů dosáhlo klesající tendence změny srdeční frekvence, dva z osmi probandů dosáhli stoupající tendence a pouze jeden proband dosáhl nulové změny hodnoty srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku dosáhl proband 15, hodnotou 175,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband 12, hodnotou 127,00 tepů za minutu. Průměrná srdeční frekvence u probandů po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku byla $149,25 \pm 16,38$ tepů za minutu. Nejvyšších procentuálních změn dosáhl proband číslo 18, hodnotou 1,27 %. Nejnižších procentuálních změn dosáhl proband číslo 19, hodnotou -2,14 %. Průměrná procentuální změna byla $-40,00 \pm 1,13$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 2 mmol laktátu v krvi byla 0,03 což je na úrovni menšího než malého efektu. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky nevýznamný $p=0,222$.



Obrázek 13. Srdeční frekvence za minutu při 2 mmol, kontrolní skupina

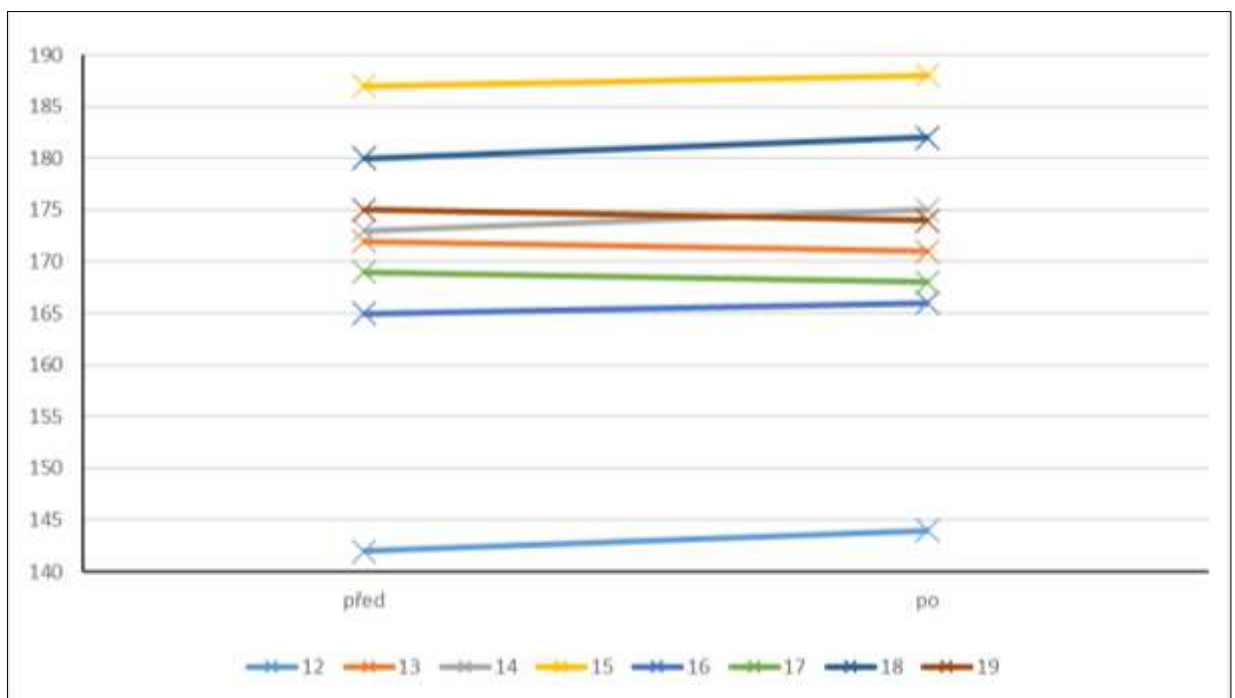
5.2.2 Srdeční frekvence při 4 mmol

Obrázek číslo 14 znázorňuje dosažené změny srdeční frekvence vlivem vysokohorského kempu při hodnotě 4 mmol laktátu v krvi. Nejvyšší srdeční frekvence před vysokohorským kempem dosáhl proband číslo 3, hodnotou 203,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 10, hodnotou 163,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota před kempem byla $175,50 \pm 11,04$ tepů za minutu. Osm z jedenácti probandu dosáhlo klesající tendence změny srdeční frekvence a pouze tři z jedenácti probandů dosáhli stoupající tendence srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu dosáhl proband číslo 3, hodnotou 188,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence byla dosažena probandem číslo 1, hodnotou 144,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu byla $170,00 \pm 13,33$ tepů za minutu. Rozdíl průměrných hodnot tepů za minutu je 5,50. Nejvyšší změnu vykazoval proband číslo 9, hodnotou 9,30 %. Nejnižší změny dosáhl proband číslo 1, hodnotou -16,76 %. Průměrná procentuální změna skupiny byla $-2,98 \pm 7,61$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 4 mmol laktátu v krvi byla 0,453 což je na úrovni malého efektu.



Obrázek 14. Srdeční frekvence za miutu při 4 mmol, experimentální skupina

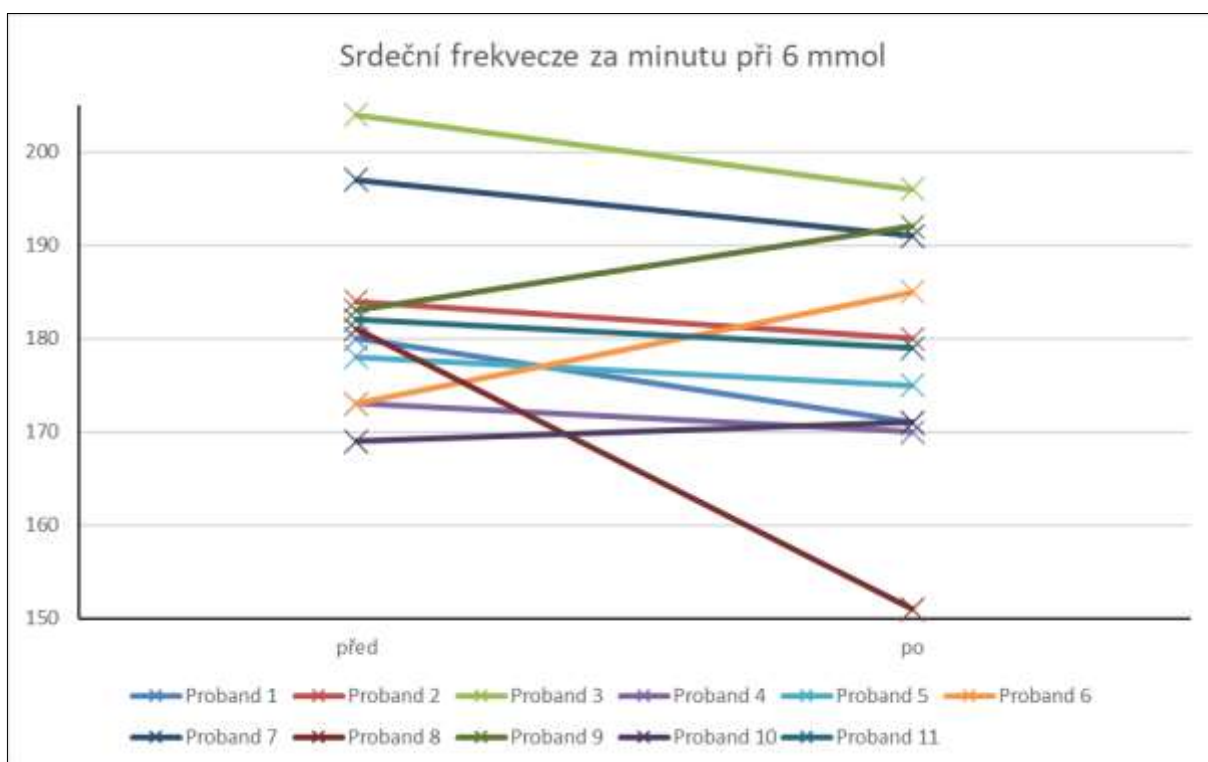
Obrázek číslo 15 znázorňuje změny srdeční frekvence za minutu při 4 mmol laktátu v krvi dosažené kontrolní skupinou. Nejvyšší srdeční frekvence kontrolní skupiny před zahájením (totožného tréninkového zatížení jako u skupiny která odcestovala na vysokohorský kemp) byla u probanda číslo 15, hodnotou 187,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 12, hodnotou 142,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence před zahájením synchronizovaného tréninkového zatížení byla $170,00 \pm 12,43$ tepů za minutu. Tři z osmi probandů dosáhli klesající tendence změny srdeční frekvence a pět z osmi probandů dosáhlo stoupající tendence hodnot srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku dosáhl proband číslo 15, hodnotou 188,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 12, hodnotou 144,00 tepů za minutu. Průměrná srdeční frekvence u probandů po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku byla $171,00 \pm 12,24$ tepů za minutu. Nejvyšších procentuálních změn dosáhl proband číslo 1, hodnotou 1,41 %. Nejnižších procentuálních změn dosáhl proband číslo 17, hodnotou -0,59 %. Průměrná procentuální změna byla $0,39 \pm 0,79$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 4 mmol laktátu v krvi byla 0,05, což je na úrovni menšího než malého efektu. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky nevýznamný $p=0,233$.



Obrázek 15. Srdeční frekvence za minutu při 4 mmol, kontrolní skupina

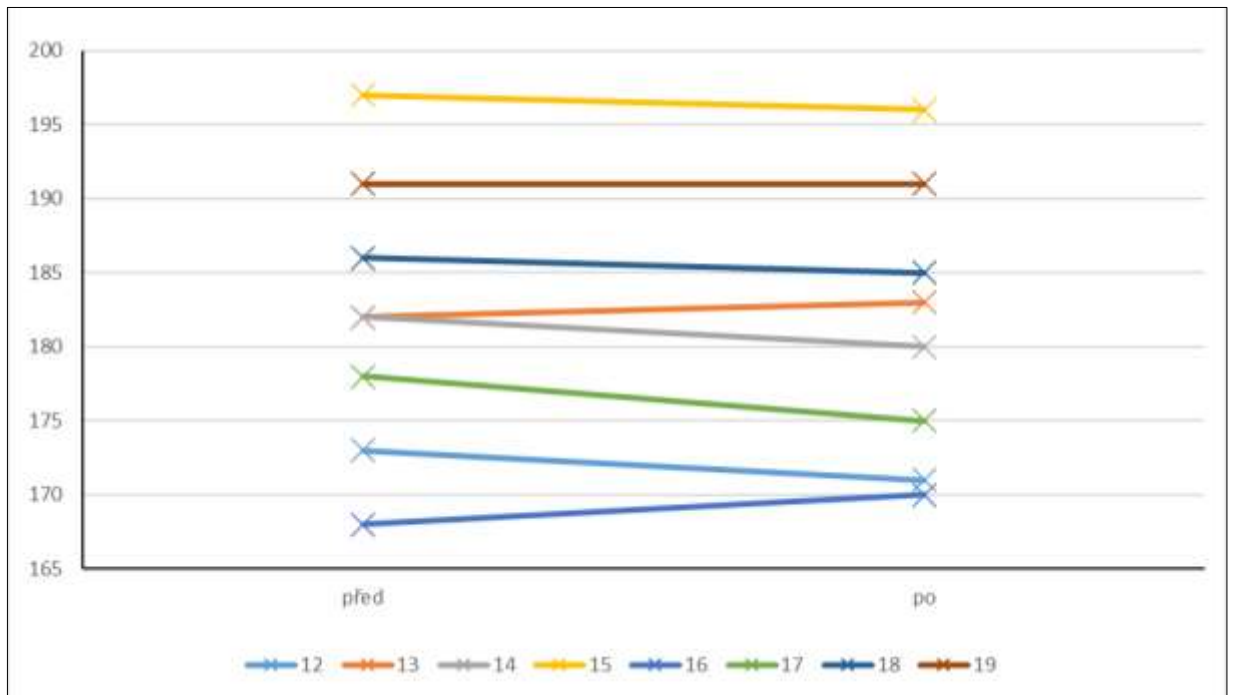
5.2.3 Srdeční frekvence při 6 mmol

Obrázek číslo 16 znázorňuje dosažené změny srdeční frekvence vlivem vysokohorského kempu při hodnotě 6 mmol laktátu v krvi. Nejvyšší srdeční frekvence před vysokohorským kempem dosáhl proband číslo 3, hodnotou 204,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 10, hodnotou 169,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota před kempem byla $182,20 \pm 9,84$ tepů za minutu. Osm z jedenácti probandů dosáhlo klesající tendence změny srdeční frekvence a pouze tři z jedenácti probandů dosáhli stoupající tendence srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu dosáhl proband číslo 3, hodnotou 196,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence byla dosažena probandem číslo 8, hodnotou 151,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu byla $178,30 \pm 12,22$ tepů za minutu. Rozdíl průměrných hodnot tepů za minutu je 3,90. Nejvyšší změnu vykazoval proband číslo 6, hodnotou 6,94 %. Nejnižší změny dosáhl proband číslo 8, hodnotou -16,57 %. Průměrná procentuální změna skupiny byla $-2,07 \pm 5,76$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 6 mmol laktátu v krvi byla 0,35, což je na úrovni malého efektu.



Obrázek 16. Srdeční frekvence za minut při 6 mmol, experimentální skupina

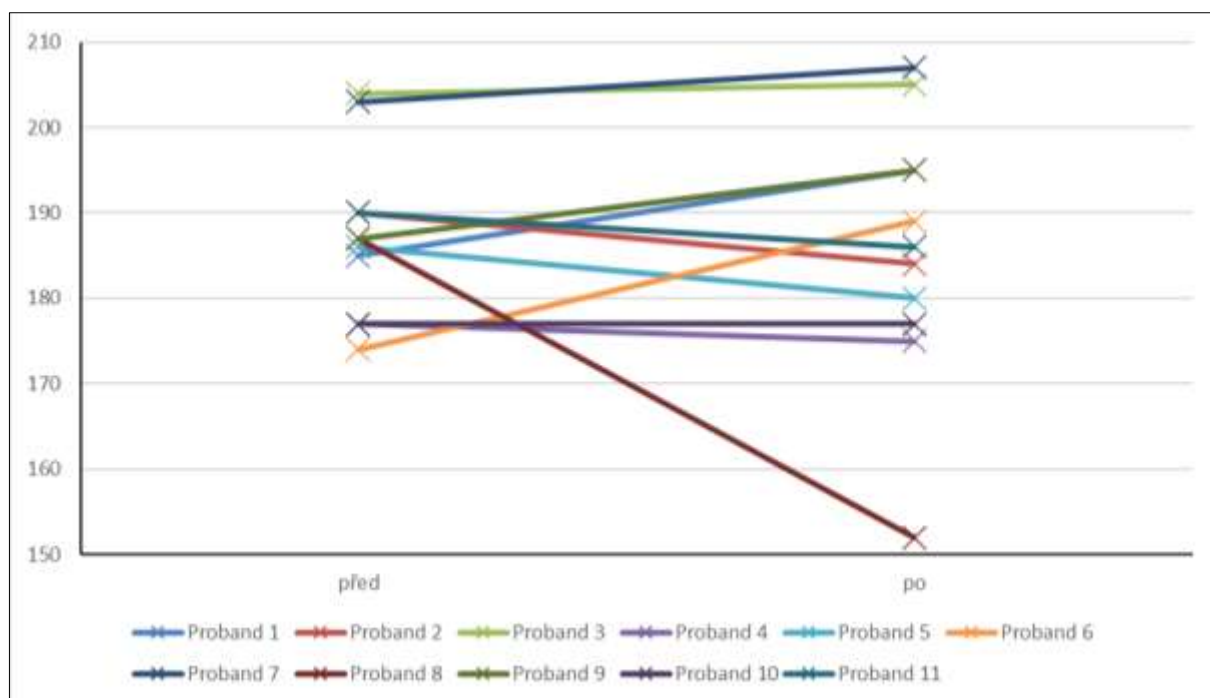
Obrázek číslo 17 znázorňuje změny srdeční frekvence za minutu při 6 mmol laktátu v krvi dosažené kontrolní skupinou. Nejvyšší srdeční frekvence kontrolní skupiny před zahájením (totožného tréninkového zatížení jako u skupiny, která odcestovala na vysokohorský kemp) byla u probanda číslo 15, hodnotou 197,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 16, hodnotou 168,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence před zahájením synchronizovaného tréninkového zatížení byla $182,13 \pm 12,48,77$ tepů za minutu. Čtyři z osmi probandů dosáhli klesající tendence změny srdeční frekvence, dva z osmi probandů dosáhli stoupající tendence a pouze jeden proband dosáhl nulové změny hodnoty srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku dosáhl proband číslo 15, hodnotou 196,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 16, hodnotou 170,00 tepů za minutu. Průměrná srdeční frekvence u probandů po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku byla $181,00 \pm 8,67$ tepů za minutu. Nejvyšších procentuálních změn dosáhl proband číslo 16, hodnotou 1,19 %. Nejnižších procentuálních změn dosáhl proband číslo 17, hodnotou -1,69 %. Průměrná procentuální změna byla $-0,41 \pm 0,89$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 6 mmol laktátu v krvi byla 0,09, což je na úrovni menšího než malého efektu. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky nevýznamný $p=0,430$.



Obrázek 17. Srdeční frekvence za minutu při 6 mmol, kontrolní skupina

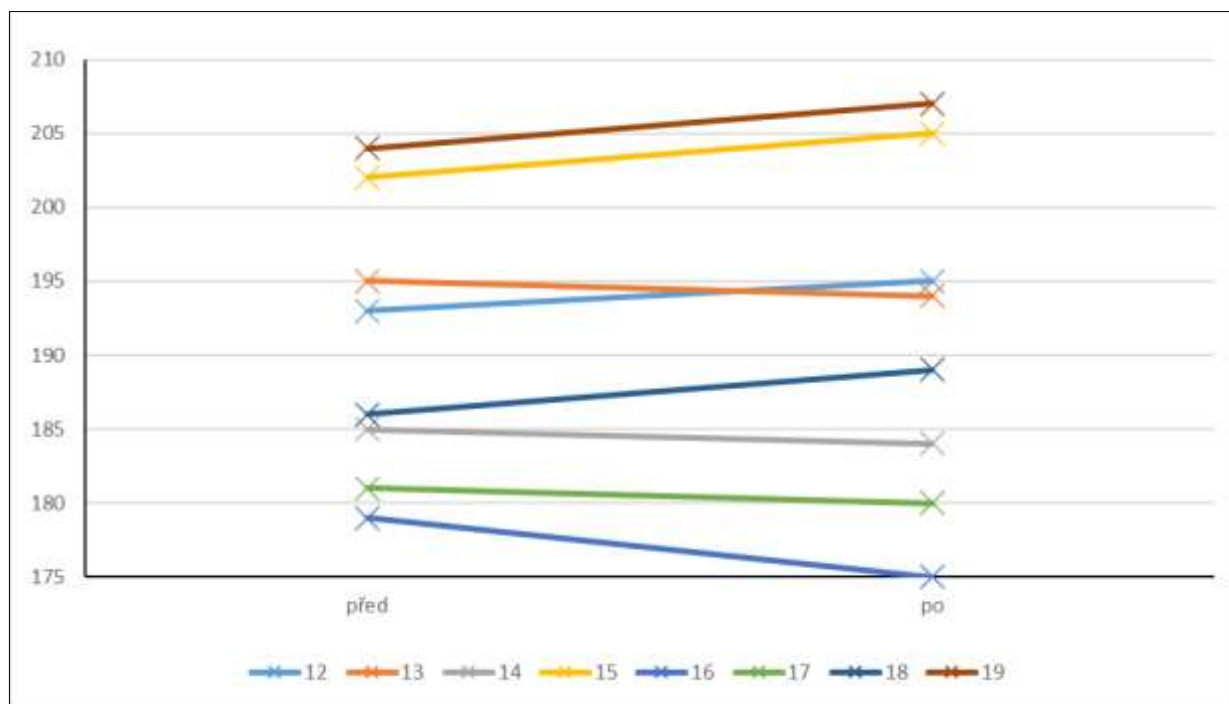
5.2.4 Srdeční frekvence při 9 mmol

Obrázek číslo 18 znázorňuje dosažené změny srdeční frekvence vlivem vysokohorského kempu při hodnotě 9 mmol laktátu v krvi. Nejvyšší srdeční frekvence před vysokohorským kempem dosáhl proband číslo 3, hodnotou 204,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 6, hodnotou 174,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota před kempem byla $187,30 \pm 9,23$ tepů za minutu. Pět z jedenácti probandu dosáhlo klesající tendence změny srdeční frekvence, pět z jedenácti probandů dosáhlo stoupající tendence srdeční frekvence a pouze jeden proband dosáhl nulové procentuální změny srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu dosáhl proband číslo 7, hodnotou 207,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence byla dosažena probandem číslo 8, hodnotou 152,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence po návratu z vysokohorského kempu byla $185,90 \pm 143,68$ tepů za minutu. Rozdíl průměrných hodnot tepů za minutu je 1,40. Nejvyšší změnu vykazoval proband číslo 6, hodnotou 8,62 %. Nejnižší změny dosáhl proband číslo 8, hodnotou -18,72 %. Průměrná procentuální změna skupiny byla $-0,69 \pm 6,72$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 6 mmol laktátu v krvi byla 0,11, což je na úrovni menšího než malého efektu.



Obrázek 18. Srdeční frekvence za minutu při 9 mmol, experimentální skupina

Obrázek číslo 19 znázorňuje změny srdeční frekvence za minutu při 9 mmol laktátu v krvi dosažené kontrolní skupinou. Nejvyšší srdeční frekvence kontrolní skupiny před zahájením (totožného tréninkového zatížení jako u skupiny, která odcestovala na vysokohorský kemp) byla u probanda číslo 19, hodnotou 204,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband číslo 16, hodnotou 179,00 tepů za minutu. Průměrná hodnota srdeční frekvence před zahájením synchronizovaného tréninkového zatížení byla $119,63 \pm 8,76$ tepů za minutu. Čtyři z osmi probandů dosáhli klesající tendence změny srdeční frekvence a čtyři z osmi probandů dosáhli stoupající tendence hodnot srdeční frekvence. Nejvyšší srdeční frekvence po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku dosáhl proband 19, hodnotou 207,00 tepů za minutu. Nejnižší srdeční frekvence dosáhl proband 16, hodnotou 175,00 tepů za minutu. Průměrná srdeční frekvence u probandů po dokončení synchronizovaného tréninkového bloku byla $191,13 \pm 10,65$ tepů za minutu. Nejvyšších procentuálních změn dosáhl proband 18, hodnotou 1,61 %. Nejnižších procentuálních změn dosáhl proband číslo 16, hodnotou -2,23 %. Průměrná procentuální změna byla $0,22 \pm 1,30$ %. Věcná významnost srdeční frekvence za minutu při 9 mmol laktátu v krvi byla 0,05, což je na úrovni menšího než malého efektu. ANOVA analýzou bylo prokázáno, že vliv tréninku ve vyšší nadmořské výšce je statisticky nevýznamný $p=0,698$.



Obrázek 19. Srdeční frekvence za minutu při 9 mmol, kontrolní skupina

6 Diskuse

Veškeré námi stanovené hypotézy se přímo opírají o poznatky z odborné literatury. Dovalil et al., (2002) uvádí, že využití vyšší nadmořské výšky se projevuje na zlepšení kondičních předpokladů po návratu do nížiny. Tento předpoklad byl potvrzen i naší testovanou skupinou, jelikož došlo ke statisticky významným změnám na všech stanovených laktátových prazích. Věcná významnost změn byla na všech stanovených laktátových prazích na úrovni středního efektu, což poukazuje na pozitivní vliv, a především na využitelnost v reálném životě, respektive ve sportovní přípravě sportovců.

Přestože Wilber (2004), Pupiš & Korčok (2007) uvádějí, že k dokončení adaptace je zapotřebí 21 dní, náš výzkum poukazuje i na možnost využití zkráceného tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce s pozitivním vlivem na výkonnost sportovce. Nicméně možnosti našeho výzkumu byly omezené, a proto jsme byli schopni prokazatelně dokázat pouze změny, které nastaly během našeho 11denního kempu. Bylo by zajímavé porovnání změn dosažených za 11 dní se změnami po 21 a více dnech.

Lze se setkat i s názorem, že pobyt ve vysokohorském prostředí je nazýván dopingem. K 1. lednu 2009 světová antidopingová asociace považuje za doping umělé zvyšování přenosu kyslíku (Suchý, 2012). Samotný pobyt v umělém či reálném vysokohorském prostředí za doping považováno není. Přestože v organismu probíhají samovolně bez umělých zásahů procesy, které by antidopingová kontrola za jiných okolností mohla považovat za doping.

Je dokázáno, a i naše práce tuto prokázala, že vyšší nadmořská výška má pozitivní vliv na vytrvalostní předpoklady jedince, ale Wilber (2004) uvádí, že ne vždy může vést vysokohorský trénink k nárustu fyzické kondice. Dlouhodobé vystavování organismu vlivu nadmořské výšky nad 4 500 m n. m. může vést ke ztrátě svalové hmoty i k vážným zdravotním problémům jako je plicní edém. Proto je nesmírně důležité správné naplánování tréninkového zatížení v dané nadmořské výšce.

Bolek (2008) uvádí, že vlivem vysokonohého prostředí dochází ke změnám krevního obrazu, což vede ke zlepšení transportních vlastností krve. Transportní vlastnost krve je nedílnou součástí vytrvalostních disciplín. Předpokládal jsem, že po návratu z vysokohorského kempu budou probandi dosahovat vyšší rychlosti běhu a zároveň nižší srdeční frekvence. Tento předpoklad se potvrdil přestože, není možné

srovnávat pokles srdeční frekvence, když byla zvýšená rychlost běhu. Nelze to brát jako adekvátní výsledek. Abychom mohli prokazatelně tvrdit, že vliv vysokohorského kempu snížil srdeční frekvenci, bylo by za potřebí, aby při laktátovém testu běželi stejnou rychlostí. Toto by prokazatelně ukázalo na změny srdeční frekvence, které vznikly vlivem vysokohorského kempu. Nicméně hlavním sledovaným parametrem bylo navýšení rychlosti běhu při stanovených laktátových prazích. Lze tedy tvrdit, že probandi dosáhli vyšší rychlosti běhu vlivem absolvovaného kempu. Dále lze tvrdit, že při stejné rychlosti běhu by dosahovali nižší srdeční frekvence, ačkoliv tato data nebyla měřena. Věcná významnost změny srdeční frekvence při 2 mmol byla na úrovni středního efektu, při 4 a 6 mmol byla na úrovni malého efektu a při 9 mmol byla úroveň efektu žádná. Parametr byl statisticky nevýznamný na hladině významnosti ($p < 0,05$) ve všech námi zvolených laktátových prazích.

Výzkum autorů Bahenský a Suchý (2015) se zabývá několika parametry (dynamikou změn ranní srdeční frekvence, vybranými parametry krevního obrazu a změnami na úrovni aerobního prahu). Měření změn na úrovni aerobního prahu bylo zjišťováno naprosto totožným způsobem jako v naší práci, jednalo se o stupňovaný test 4x1 600 m s dvouminutovými pauzami mezi úseky a měřením laktátu v krvi mezi každým úsekem. Změny na úrovni aerobního prahu dosahující po návratu ze sedmidenního tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce byly 4,60 %. Přestože tyto hodnoty nedosahují úrovně změn dosažitelných po 21–28 dnech ve vysokohorském prostředí, jsou tyto změny statisticky i věcně významné. V porovnání s naším výzkumem, ve kterém byla taktéž doba pobytu ve vysokohorském prostředí kratší, než se uvádí pro ideální adaptaci a maximální využití pro tréninkové navýšení výkonnosti, byly hodnoty změn dosažených po absolvování vysokohorského kempu na námi stanovených laktátových prazích 6,67 %. Objektivně se tyto změny nedají porovnávat mezi sebou, ale hodnoty obou výzkumů prokazatelně potvrdily, že i kratší pobyt ve vyšší nadmořské výšce vede k navýšení výkonnosti sportovce. Nicméně osobně bych doporučil, když by bylo dostatek času a prostředků setrvat ve vyšší nadmořské výšce alespoň doporučených 21 dní.

Jokl (1986) uvádí, že zkoumání vlivu vysokohorského prostředí bylo zaznamenáno již v padesátých letech 20. století na původních obyvatelích, u kterých bylo zjištěno jisté přizpůsobení organismu na vysokohorské prostředí. Důkladnější a

systematičtější zkoumání přišlo až s blížícími se olympijskými hrami v Mexiku. Ačkoliv dnes je nespočet publikací hovořících o této problematice a možnostech, jak nejlépe využít vyšší nadmořskou výšku pro zlepšení výkonnosti sportovce, bylo zajímavé provést náš výzkum na sportovcích adolescentního věku. Očekávané výsledky změn výkonnosti byly potvrzeny a zároveň porovnány s naší kontrolní skupinou. Nárůst výkonnosti v tomto věku je očekávaný parametr, který se při dobře nastaveném tréninkovém zatížení běžně dostaví. Porovnáním kontrolní skupiny s experimentální skupinou ukázalo rozdíly změn dosažených během stejného časového úseku při subjektivně stejné úrovni zatížení. Obě skupiny dosáhly navýšení výkonnosti, ale pouze u skupiny absolvující vysokohorský kemp byly výsledky statisticky významné.

Vaněk (1968) uvádí, že změny dosahované využitím vysokohorského tréninku vrcholovými sportovci jsou o 5,20 % vyšší než využitím přípravy v nížině. Přestože tato hodnota je uváděna u dospělých sportovců lze ji porovnávat i s výsledkem dosažených změn naší experimentální skupiny tvořené probandy adolescentního věku, která dosáhla celkových změn rychlosti běhu o 6,67 %. Vyšší hodnota změn dosažených naší skupinou by se dala vysvětlit rozdílným věkem mezi naší skupinou a skupinou vybranou pro experiment pana Vaňka, která obsahovala dospělé sportovce. Dále by rozdílné změny mohly zapříčinit možnosti, které s sebou přináší aktuální doba.

Suchý (2012) zkoumal změny v lidském organismu vlivem zkráceného vysokohorského kempu, který trval 10 dní. Sledoval především vybrané fyziologické a biochemické parametry. Jeho výsledky potvrdily, že již 10denní kemp má pozitivní vliv na vybrané parametry krevního obrazu a zvýšení kondičních předpokladů. Pozorovaný parametr v naší práci koresponduje s výsledky tohoto autora, ačkoliv doba strávená naší skupinou na vysokohorském kempu byla 11dní.

Zkoumání tréninku mladých sportovců ve vyšší nadmořské výšce není mnoho. Suchý (2012) se zabýval testováním mladých lyžařů v juniorském a dorosteneckém věku. Jako jeden z mála autorů nezvolil pro výzkum dospělé sportovce, čímž se přiblížil naší práci velmi blízko. Ačkoliv věkový rozdíl juniorské a dorostenecké kategorie od dospělácké je značný, změny probíhající v organismu vlivem vysokohorského kempu jsou srovnatelné.

Wilber (2004) uvádí že první fáze adaptace, která se nazývá akomodace je zahájena ihned po příjezdu a trvá tři až osm dnů. Následuje druhá fáze, která se nazývá adaptace a trvá přibližně osm dnů. Dále následuje třetí fáze, aklimatizace a až v této fázi je organismus plně přizpůsoben novému vysokohorskému prostředí. Nejčastěji tento stav přichází okolo čtrnáctého dne ve vyšší nadmořské výšce. Z tohoto časového rozdělení jednotlivých fází adaptace vyplývá, že pokud naši probandi byli ve vyšší nadmořské výšce pouze jedenáct dní lze tvrdit že fáze aklimatizace nemuseli dosáhnout. Přesto bylo dosaženo významného zvýšení výkonnosti. Významnou roli s jistotou hrál i fakt, že pro probandy nebyl tento vysokohorský kemp prvním setkáním s vysokohorskou přípravou.

Pro budoucí výzkum by bylo velice zajímavé celý proces zopakovat se stejnou skupinou probandů a sledovat, zda změny publikované v naší práci budou korespondovat s novým měřením. Následně pro zvýšení vypovídající hodnoty bych doporučil k laktátovému testu přidat i například Wingate test či spiroergometrii v laboratoři. Takovéto rozšíření výzkumu by značně navýšilo především časovou náročnost, která by byla zapotřebí pro získání a zpracování dat.

7 Závěr

Cílem naší práce bylo ověřit vliv vysokohorského kempu na změny rychlosti běhu ve stanovených laktátových prazích. Pro ověření tohoto vlivu jsme využili laktátový test a z hodnot neměřených terénním testem jsme vytvořili laktátovou křivku. Výsledky získané při testování adolescentních běžců odpověděly na námi stanovené hypotézy.

Hypotéza jedna: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 2 mmol laktátu v krvi. Tato hypotéza byla potvrzena. Průměrné zvýšení rychlosti běhu na úrovni 2 mmol laktátu v krvi byla $7,51 \pm 6,91$ %. Parametr byl statisticky významný na hladině významnosti ($p < 0,05$). Věcná významnost byla na úrovni středního efektu.

Hypotéza dva: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 4 mmol laktátu v krvi. Tato hypotéza byla potvrzena. Průměrné zvýšení rychlosti běhu při 4 mmol laktátu v krvi byla $7,10 \pm 4,32$ %. Parametr byl statisticky významný na hladině významnosti ($p < 0,05$). Věcná významnost byla na úrovni středního efektu.

Hypotéza tři: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 6 mmol laktátu v krvi. Tato hypotéza byla potvrzena. Průměrné zvýšení rychlosti běhu při 6 mmol laktátu v krvi byla $6,29 \pm 4,39$ %. Parametr byl statisticky významný na hladině významnosti ($p < 0,05$). Věcná významnost byla na úrovni středního efektu.

Hypotéza čtyři: Předpokládáme, že u běžců vlivem vysokohorského kempu nastane významné zvýšení rychlosti běhu při 9 mmol laktátu v krvi. Tato hypotéza byla potvrzena. Průměrné zvýšení rychlosti běhu při 9 mmol laktátu v krvi byla $5,78 \pm 5,87$ %. Parametr byl statisticky významný na hladině významnosti ($p < 0,05$). Věcná významnost byla na úrovni středního efektu.

Výsledky naší práce prokázaly všechny stanovené hypotézy. Využití věcné a statistické významnosti přispělo k porovnání dvou tréninkových skupin v odlišné nadmořské výšce, ale v totožném tréninkovém nasazení. Hlavní zkoumaný parametr (změna rychlosti běhu vlivem vysokohorského kempu na námi zvolených laktátových prazích) byl potvrzen na všech zvolených hodnotách laktátu v krvi. Průměrná hodnota změn rychlosti běhu byla $6,67 \pm 5,51$ % u experimentální skupiny. Kontrolní skupina

dosáhla průměrné hodnoty změn $0,80 \pm 0,96$ %. Výsledky naší práce potvrdily, že i jedenácti denní tréninkový kemp ve vyšší nadmořské výšce, má pozitivní vliv na změny výkonnosti u adolescentních běžců.

Referenční seznam literatury

- Bahenský, P., & Bunc, V. (2018). *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Bahenský, P., & Malátová, R. (2018). Fyziologické, biochemické a výkonnostní změny u adolescentních běžců vlivem 10-denního tréninkového kempu v 1040 m n. m. *Studia Kinanthropologica*, 19(3), 147–157.
- Bahenský, P., & Suchý, J. (2015). Vliv sedmidenního tréninkového kempu ve vyšší nadmořské výšce na vybrané funkční a biochemické parametry mladých běžců. *Studia Sportiva*, 9(1), 63–72.
- Bartůňková, S. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.
- Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence: jak zvýšit kondici, vytrvalost, laktátový práh, výkon*. Praha: Grada.
- Bert, P. (1878). *La pression barométrique, recherches de physiologie experimentace*. Paris: Librairie de L'Academie de Medicine.
- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česka kinantropologie*, 4(2), 53–72.
- Bolek, E. (2008). *Adaptace na vyšší nadmořskou výšku*. Praha: Olympia.
- Botek, M., Neuls, F., Klimešová, I., & Vyhnánek, J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly)*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Bouchard, C., Malina, RM, & Pérusse, L. (1997). *Genetics of fitness and physical performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Bunc, V. (1989). *Biokybernetický přístup k hodnocení reakce organismu na tělesné zatížení*. Praha: VÚT UK.
- Bunc, V. (2003). *Determinanty sportovního tréninku dětí a mládeže*. Praha: Fakulta tělesné výchovy a sportu UK.
- Bunc, V. (2013). Functional profile of young trained athletes. *Česká kinantropologie*, 17(4), 94-107.
- Carmichael, C., & Rutberg, J. (2005). *Rozhodující jízda: získejte kondici, získejte rychlost a začněte vítět se špičkovým světovým trenérem cyklistiky*. Praha: Pragma.
- Daniels, J. (2013). *Daniels' running formula*. Champaign: Human Kinetics.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Porměšil, J., Vávrová, J., & Bunc, V. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Karolinum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2012). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Fořt, P. (2004). *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha: Grada.
- Ganong, W. F. (1999). *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: H&H.
- Görner, K., & Kompán, J. (2001). *Vplyv zatížení formou pešej turistiky realizované v středohorském prostředí na zmeny prejavujúce sa v kardiovaskulárnom systéme turistické* (Disertační práce, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, Slovensko). <https://journals.muni.cz/studiasportiva/article/view/7339/7013>
- Goulet, E., D. (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition reviews*, 70(2), 132-6.
- Havličková, L. (1999). *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. Praha: Karolinum.

- Hendl, J. (2004). *Přehled praktických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Hochachka, P. W. (1999). Adaptation and conservation of physiological systems in the evolution of human hypoxia tolerance. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular Integrative Physiology*, 17 (124), 1-17.
- Jokl, E. (1986). *Medicine and Sport: Exercise and altitude*. S. Karger: Basel.
- Kenefick, R., W. (2018). Drinking Strategies: Planned Drinking Versus Drinking to Thirst. *Sports Medicine*, 27(2), 1-7.
- Kobela, P. (2007). *Uplatnenie optimálnej tréningovej metódy v príprave 17 – 18 ročných biatlonistov v závislosti na délce a meste pobytu ve středohoří* (Disertační práce, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, Slovensko). Získáno z <https://journals.muni.cz/studiasportiva/article/view/7339/7013>
- Korčok, P., & Pupiš, M. (2006). *Všetko o chůdzi*. Banská Bystrica: FHV UMB.
- Lychatz, S. (1990). Tendenzen der trainingsmethodische Entwicklung in der Ausdauersportarten im Olympiazzyklus 1985 bis 1988. *Leistungssport*, 20 (1990),45-47.
- Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti – činnosti - výkony*. Olomouci: Univerzita Palackého.
- Ogawa, T., Hayashi, K., Ichinose, M., Wada, H., & Nishiyasu, T. (2007). Metabolic response during intermittent graded sprint running in moderate hypobaric hypoxia in competitive middledistance runners. *European journal of applied physiology*, 99(1), 39-46.
- Pardo, R., O. (2008). *International symposium of altitude training, Granada University*. Granada: Faculty of Physical Activity and Sport Science.
- Pernica, J., Harsa, P., & Suchý, J. (2019). *Změny nálad při tréninku v hypoxii*. Praha: Karolinum.
- Polar (2020). Hrudní pás Polar H7 Bluetooth černý. Získáno 7. 3. 2020, z <https://www.polar-eshop.cz/hrudni-pas-polar-h7-bluetooth-cerny>
- Powers, S. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. Maidenhead: McGraw-Hill Higher Education.
- Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada.
- Pupiš, M., & Korčok, P. (2007). *Hypoxia jako súčasť sportovnej prípravy*. Banské Bystrica: Univerzita Mateja Bela FHV.
- Robergs, R. A., & Robergs, S. (1997). *Exercise physiology: exercise, performance, and clinical applications*. St Louis: Mosby.
- Rydlo, M. (1995). *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže I*. Ostrava: Ostravská univerzita.
- Sekera, J., & Vojtěchovský, O. (2008). *Cyklistika: průvodce tréninkem*. Praha: Grada.
- Sherry, E., & Wilson, S. F. (1998). *Oxford handbook of sports medicine*. Oxford: University Press.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2016). *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. Praha: Grada Publishing.
- Suchý, J. (2012). *Využití hypoxie a hyperoxie ve sportovním tréninku*. Praha: Karolinum.
- Suchý, J., & Opočenský, J. (2015). Usefulness of training camps at high altitude for well-trained adolescents. *Acta Gymnica*, 45(1), 13-20.

- Suchý, J., Dovalil, J., Heller, J., Bunc, V., & Pernica, J. (2014). *Trénink ve vyšší nadmořské výšce*. Praha: Mladá fronta.
- Štumbauer, J., (1989). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: pedagogická fakulta v Českých Budějovicích.
- Tvrzník, A., Soumar, L., & Soulek, I. (2004). *Běhání*. Praha: Grada.
- Vaněk, M. (1968). Vliv nadmořské výšky Mexiko City na psychickou složku sportovního výkonosti: *Teorie a praxe tělesné výchovy* 16, 401-408.
- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum.
- Wilber, R., L. (2004). Effect of FIO₂ on oxidative stress during interval training at moderate altitude. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 36(11), 1888-1894.

Poznámkový aparát

AEP	aerobní práh
ANP	anaerobní práh
ATP-CP	adenosintrifosfát a kreatinfosfát
°C	celsiův stupeň
CNS	centrální nervový systém
CO ₂	oxid uhličitý
FVC	vitální kapacita plic
Hg	milimetr rtuťového sloupce
kg	kilogram
kJ	kilojoul
km	kilometr
l	litr
LA	laktát
LLTH	live low, training high-pobyt v normoxii a trénink v hypoxii
LHTH	live high, train high-pobyt a trénink v hypoxii
LHTL	live high, train low-pobyt v hypoxii a trénink v normoxii
m	metr
m ²	metr čtvereční
mmol	milimol
min	minuta
ml	mililitr
N	dusík
O ₂	kyslík
s	sekunda
SF	srdeční frekvence
SF _{max}	maximální srdeční frekvence
UV	ultrafialové záření
VO _{2max}	maximální spotřeba kyslíku

Seznam obrázků

Obrázek 1. Schéma tréninkových cyklů (Dovalil et al., 2002, s. 256).	26
Obrázek 2. Zóny zatížení (Bahenský & Bunc, 2018, s. 40)	35
Obrázek 3. Vliv trénovanosti na tvar laktátové křivky (Tvrzník et al., 2004, s. 55)	38
Obrázek 4. Rychlost běhu v km/h při 2 mmol, experimentální skupina.....	45
Obrázek 5. Rychlost běhu v km/h při 2 mmol, kontrolní skupina	46
Obrázek 6. Rychlost běhu v km/h při 4 mmol, experimentální skupina.....	47
Obrázek 7. Rychlost běhu v km/h při 4 mmol, kontrolní skupina.....	48
Obrázek 8. Rychlost běhu v km/h při 6 mmol, experimentální skupina.....	49
Obrázek 9. Rychlost běhu v km/h při 6 mmol, kontrolní skupina	50
Obrázek 10. Rychlost běhu v km/h při 9 mmol, experimentální skupina.....	51
Obrázek 11. Rychlost běhu v km/h při 9 mmol, kontrolní skupina	52
Obrázek 12. Srdeční frekvence za minutu při 2 mmol, experimentální skupina	53
Obrázek 13. Srdeční frekvence za minutu při 2 mmol, kontrolní skupina.....	54
Obrázek 14. Srdeční frekvence za minutu při 4 mmol, experimentální skupina ..	55
Obrázek 15. Srdeční frekvence za minutu při 4 mmol, kontrolní skupina.....	56
Obrázek 16. Srdeční frekvence za minutu při 6 mmol, experimentální skupina ..	57
Obrázek 17. Srdeční frekvence za minutu při 6 mmol, kontrolní skupina.....	59
Obrázek 18. Srdeční frekvence za minutu při 9 mmol, experimentální skupina	60
Obrázek 19. Srdeční frekvence za minutu při 9 mmol, kontrolní skupina.....	61