



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

Bakalářská práce

Komparace vybraných kondičních předpokladů u mladých cyklistů a běžců na lyžích

Vypracoval: Jakub Man

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

České Budějovice, 2020



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

Bachelor thesis

Comparison of selected fitness assumptions for young cyclists and cross- country skiers

Author: Jakub Man

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2020

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Komparace vybraných kondičních předpokladů u mladých cyklistů a běžců na lyžích

Jméno a příjmení autora: Jakub Man

Studijní obor: Tělesná výchova a sport

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

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

Rok obhajoby bakalářské práce: 2020

Abstrakt:

Práce se zabývá komparací vybraných kondičních předpokladů u šestnácti chlapců ve věku 15–18 let. Osm se specializuje na MTB horskou cyklistiku a osm na běžecké lyžování. Všichni studují na sportovním gymnáziu ve Vimperku, jsou na srovnatelné výkonnostní úrovni. Testování proběhlo v laboratoři na Katedře tělesné výchovy a sportu Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity. Pro získání informací o tělesném složení bylo využito bioimpedančního přístroje Tanita BC 481 MA. Zátěžové testy byly provedeny za pomoci spolupracujících přístrojů Cortex metacontrol 3000 a bicyklového ergometru LODE Excalibur Sport. Hlavními sledovanými parametry při spiroergometrii byly $VO_2\max$ cyklistů $65,0 \pm 5,50$ ml/min/kg a lyžařů $61,0 \pm 5,94$ ml/min/kg, WR cyklistů $395,63 \pm 45,64$ W a lyžařů $343,75 \pm 46,62$ W, FVC cyklistů $5,66 \pm 0,53$ l a lyžařů $5,56 \pm 0,71$ l. Při Wingate testu průměrný výkon cyklistů byl $9,66 \pm 0,46$ W/kg a lyžařů $9,53 \pm 0,52$ W/kg, rychlost únavy cyklistů $42,03 \pm 4,45$ % a lyžařů $46,75 \pm 6,40$ %. Mann-Whitneyův U test byl využit pro statistickou významnost. Statisticky významný rozdíl byl pouze u porovnávaných hodnot wattového výkonu, ostatní zkoumané parametry byly statisticky nevýznamné. U následujících parametrů dosáhli cyklisté věcně významně vyšších hodnot: BMI, $VO_2\max$, WR, FVC, V'E, BF i průměrného výkonu. Naše práce ukazuje, že cyklisté v čase testování vykazovali věcně významně vyšší úroveň trénovanosti než lyžaři. Je pravděpodobné, že výsledky jsou ovlivněny specificitou zvoleného ergometru.

Klíčová slova: $VO_2\max$, bicyklový ergometr, laboratoř, sportovci, porovnání

Bibliographical identification

Title of the bachelor thesis: Comparison of selected fitness assumptions for young cyclists and cross-country skiers

Author's first name and surname: Jakub Man

Field of study: Physical education and sport

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Abstract:

The bachelor thesis deals with a comparison of selected fitness conditions in a group of sixteen boys, aged 15—18 years. Eight boys specialize in mountain biking and eight boys in cross-country skiing. All of them study at the sports high school in Vimperk and have a comparable level of performance. Testing took place in the laboratory at the Department of Sport Studies, Faculty of Education, University of South Bohemia. The Tanica BC 481 MA bioimpedance device was used to obtain data on body composition. The stress tests were performed by using cooperating Cortex metacontrol 3000 devices and a LODE Excalibrium Sport bicycle ergometer. The main observed parameters in spiroergometry were $VO_2\max$ of cyclists $65,0 \pm 5,50$ ml/min/kg and skiers $61 \pm 5,94$ ml/min/kg, WR of cyclists $395,63 \pm 45,64$ W and skiers $343,75 \pm 46,62$ W, FVC of cyclists $5,66 \pm 0,53$ l and skiers $5,56 \pm 0,71$ l. In the Wingate test the average performance of cyclists was $9,66 \pm 0,46$ W/kg and skiers $9,53 \pm 0,52$, fatigue rate cyclists $42,03 \pm 4,45$ % and skiers $46,75 \pm 6,40$ %. Furthermore, the Mann-Whitney U test was used to gain statistical significance. The statistically significant difference was detected only in the compared values of watt power, the other examined parameters were statistically irrelevant. The cyclists achieved higher average performance and values for these parameters: BMI, $VO_2\max$, WR, FVC, V'E, BF. In conclusion, the thesis explains that the cyclists showed a significantly higher level of training than the skiers at the time of testing. Nevertheless, it is possible that the results are affected by the particularity of the selected ergometer.

Keywords: $VO_2\max$, bicycle ergometer, laboratory, athletes, collation

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivované 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, literatury, cenné rady a odborné konzultace. Dále za možnost využít zátěžovou laboratoř KTVS, studentům gymnázia ve Vimperku, kteří se zúčastnili měření a všem ostatním.

Obsah

1 Úvod	8
2 Metodologie	9
2.1 Cíle, úkoly, hypotézy a výzkumné otázky	9
2.1.1 Cíl práce	9
2.1.2 Úkoly práce	9
2.1.3 Hypotézy	9
2.1.4 Výzkumné otázky	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 a statistická významnost	10
2.3 Rešerše literatury	10
3 Důležité poznatky k vybraným disciplínám	15
3.1 Charakteristika jednotlivých disciplín	15
3.1.1 Běh na lyžích	15
3.1.2 MTB-Horská cyklistika	15
3.2 Fyziologické funkce	16
3.2.1 Kardiovaskulární systém	16
3.2.2 Dýchací systém	20
3.2.3 Energetické krytí při výkonu	24
3.2.4 Únava	26
3.2.5 Výživa a pitný režim během výkonu	27
3.2.6 Vlivy zevního prostředí	27
3.3 Struktura sportovního výkonu	28
3.3.1 Somatické faktory	29
3.3.2 Kondiční faktory	30
3.3.3 Faktory techniky	31
3.3.4 Faktory taktiky	31
3.3.5 Faktory psychiky	32
3.3.6 Hodnocení úrovně výkonů	32
3.3.7 Sportovní příprava	32
3.3.8 Sportovní trénink v hypoxii	34
3.3.9 Roční tréninkový cyklus	35
3.4 Laboratorní testování	38
3.4.1 Wingate test	38
3.4.2 Spiroergometrie	39
3.4.3 Tělesné složení	40
3.5 Terénní testování	40
3.5.1 Test Laktátové křivky	40
3.5.2 Cooperův test	41
4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh	42
4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu	42
4.1.1 Tanita BC 418 MA	42
4.1.2 Cortex MetaControl 3000	42
4.1.3 Cortex Metalyzer 3B	43

4.1.4 Ergometr LODE Excalibrum Sport	43
4.1.5 Hrudní pás a spiroergometrická maska	44
4.2 Charakteristika souboru	44
4.3 Sběr dat.....	45
5 Výsledky	48
5.1 Tanita	48
5.1.1 Výsledky tělesné výšky.....	48
5.1.2 Výsledky tělesné hmotnosti.....	48
5.1.3 Výsledky tělesného tuku	49
5.1.4 Výsledky BMI.....	49
5.1.5 Výsledky svalové hmoty na dolních končetinách cyklistů	50
5.1.6 Výsledky svalové hmoty na dolních končetinách lyžařů.....	51
5.2 Spiroergometrie.....	51
5.2.1 Výsledky VO ₂ max	51
5.2.2 Výsledky VO ₂ /HR.....	52
5.2.3 Výsledky TF	53
5.2.4 Výsledky WR	54
5.2.5 Výsledky RER.....	55
5.2.6 Výsledky VT při VO ₂ max.....	55
5.2.7 Výsledky V'E	56
5.2.8 Výsledky BF	57
5.2.9 Výsledky FVC	57
5.3 Wingate test	58
5.3.1 Výsledky otáček za 30 s	58
5.3.2 Výsledky rychlosti únavy.....	59
5.3.3 Výsledky max výkonu, max 5 s výkonu, průměrného výkonu	59
6 Diskuse	61
7 Závěr.....	64
Referenční seznam literatury	66
Internetové zdroje	68
Poznámkový aparát	69
Seznam obrázků.....	71
Seznam tabulek	72

1 Úvod

Běžecké lyžování a horská cyklistika (MTB) jsou velice podobné sportovní odvětví. Oba sporty patří do skupiny individuálních sportů a jsou v České republice podobně rozšířené. Běžeckému lyžování trošku ubírá členovou základnu biatlon a s tím spojené skvělé výsledky českých biatlonistů, které mají velký vliv na volbu sportovního odvětví u mládeže v České republice. Úsek běžeckého lyžování stále hledá generaci s velice nadanými sportovci, kteří by byli schopni navázat na éry velkých úspěchů, zejména Kateřiny Neumannové a Lukáše Bauera. Pro běžecké lyžování a horskou cyklistiku jsou nejvíce důležité vytrvalostní předpoklady, jelikož se jedná o vytrvalostní sporty. Nejdůležitější je zejména dlouhodobá a střednědobá vytrvalost, kterou sportovci těchto odvětví využívají při drtivě většině závodů. Neméně důležitou roli hrají ale také silově rychlostní schopnosti, které se využívají především ve speciálně zaměřených závodech. Takto zaměřené závody máme shodné pro horskou cyklistiku i běžecké lyžování a jsou jimi sprinty. Jak sprinty individuální, tak sprinty týmové. Všechny zmíněné fyziologické aspekty můžeme změřit i v laboratoři na Katedře tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Testování sportovců je nedílnou součástí tréninkového cyklu pro získání důležitých hodnot a předpokladů, jak pro sportovce, tak pro jejich trenéry. Na jejich základě sestavujeme tréninkové plány, připravujeme se na vrcholy sezóny a stanovujeme si sportovní cíle do hlavního závodního období. Pro svou práci jsem si zvolil téma, které mě velice zajímá. Sám jsem si několikrát podobným testováním prošel, jelikož se od mládí věnuji aktivně sportu. Součástí zimní přípravy bylo i běžecké lyžování, a tak se dá říct, že tyto sporty mohu subjektivně porovnávat. Tato bakalářská práce nabízí objektivní porovnání sportovců a zvolených sportovních disciplín včetně fyziologické specifiky a náročnosti.

2 Metodologie

2.1 Cíle, úkoly, hypotézy a výzkumné otázky

2.1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je porovnání kondice za pomoci laboratorních výsledků zátěžové diagnostiky u dvou sportovních odvětví MTB-horské cyklistiky a běžecského lyžování.

2.1.2 Úkoly práce

- Prostudování odborné literatury
- Výběr testovaných probandů
- Testování na bicyklovém ergometru
- Shromáždění výsledků do tabulek
- Zpracování a tvorba grafů
- Porovnání naměřených výsledků s literaturou
- Vytvoření závěrů

2.1.3 Hypotézy

H1: Předpokládáme, že cyklisté budou při testu spiroergometrie dosahovat významně vyšších hodnot VO₂max než lyžaři.

H2: Předpokládáme, že cyklisté budou při testu spiroergometrie dosahovat významně nižší maximální tepové frekvence než lyžaři.

H3: Předpokládáme, že cyklisté budou dosahovat významně nižší hodnoty BMI než lyžaři.

H4: Předpokládáme, že cyklisté budou mít významně více tělesného tuku než lyžaři.

2.1.4 Výzkumné otázky

O1: Budou mít cyklisté vyrovnanější podíl svalové hmoty na dolních končetinách než lyžaři?

O2: Budou mít cyklisté významně vyšší WR při vrcholu VO₂max než lyžaři?

O3: Budou mít cyklisté významně větší vitální kapacitu plic než lyžaři?

O4: Budou mít cyklisté významně vyšší průměrný výkon při Wingate testu než lyžaři?

O5: Budou mít cyklisté významně vyšší rychlost únavy při Wingate testu než lyžaři?

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

Pro naše měření bylo využito prostorů Jihočeské univerzity. Konkrétně na Katedře tělesná výchovy a sportu v laboratoři zátěžové diagnostiky. K měření jsme využili tyto přístroje: Tanita BC 481 MA, Cortex MetaControl 3000, Cortex Metalyzer 3B, hrudní pás Polar H7 a ergometrickou masku. Měření bylo rozděleno na dvě poloviny, jelikož bylo potřeba otestovat cyklisty i lyžaře v přípravném období.

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 napříč sportovními specializacemi a následně skupinu cyklistů proti skupině lyžařů (Štumbauer, 1989).

2.2.4 Věcná a statistická významnost

Výsledky byly posouzeny ze statistické i věcné významnosti. Pro statistickou významnost jsme zvolili Mann-Whitneyův U test s hladinou významnosti $p < 0,05$. Je to neparametrický test pro dva nezávislé výběry. 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).

2.3 Rešerše literatury

Použitá literatura vychází ze seznamu doporučené literatury, uvedené v zadání bakalářské práce, a je rozšířena o další tituly. Některé byly pro psaní této práce velice

důležité naproti tomu některé jsem využil pouze okrajově. Hlavním zdrojem pro vyhledávání knih byla akademická knihovna v Českých Budějovicích.

Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.

Tato kniha je přímo určena pro studenty vysokých škol. Konkrétně jako studijní texty Univerzity Karlovy v Praze, pro studijní programy zabývající se pohybem člověka. Především jsem čerpal z kapitol zabývajících se fyziologickými funkcemi.

Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, M., Štefl, M., & Vránová, J., (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: UK Praha.

Tato kniha je opět určena jako učební texty pro studenty tělovýchovných oborů. Velice mi pomohla v pochopení problematiky díky srozumitelným grafům. Primárně jsem čerpal především z kapitol zabývajících se laboratorním testováním.

Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada.

Tato kniha se zabývá, jak je zřejmé již z názvu, srdeční frekvencí. Velice podrobně rozebírá nespočet aspektů a okolností týkajících se ovlivnění jak tepové frekvence při zátěži, tak i dlouhodobého působení tréninku na klidovou tepovou frekvence. Hlavní přínos této knihy byl pro mě při rozebírání kardiovaskulárního systému.

Bolek, E., Ilavský, J., & Soumar, L. (2008). *Běh na lyžích, trénujeme s Kateřinou Neumannovou*. Praha: Grada.

Tuto knihu jsem poznal již v minulosti. Dříve než jsem začal psát tuto práci. V knize jsou popsány všechny běžecské techniky na lyžích i různé tréninkové metody a zkušenosti ze závodění české legendy Kateřiny Neumannové. Tuto knihu jsem využil především v kapitole zabývající se charakteristikou jednotlivých disciplín. Dále jsem čerpal informace pro kondiční faktory a pásma intenzity zátěže.

Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Prerič, T., Potměšil, J., Vránová, J., Bunc, V., (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.

Tuto knihu bych považoval za hlavní pilíř při psaní této práce. Autor se podrobně zabývá výkonem a tréninkem ve sportu. Čerpal jsem především v kapitolách týkajících se fyziologických funkcí a strukturou sportovního výkonu. Konkrétně se jedná o faktory somatické, kondiční, technické, taktické a psychické.

Friel, J. (2013). *Tréninková bible pro cyklisty*. Praha: Mladá fronta.

Tato kniha mně byla oporou především v oblasti maximálního aerobního výkonu, aerobního a anaerobního prahu.

Hendl, J. (2004). *Přehled praktických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.

Kniha, která přispěla ke zpracování dat. Věcná a statistická významnost, potřebné informace k využití těchto metod pro zpracování dat naší práce. A především k pochopení využitelnosti.

Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: Východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Karolinum

Publikace se věnuje metodologickým základům zátěžové diagnostiky ve sportu a uplatnění aerobních a anaerobních zátěžových testů u sportovců různého zaměření. Monografie prezentuje: vzorová data zátěžové diagnostiky naměřená u českých sportovců a sportovkyň vysoké výkonnosti. S těmito daty byly porovnány naše naměřené hodnoty ze zátěžové laboratoře v Českých Budějovicích.

Heller, J., Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum

Kniha obsahuje mnoho terénních i laboratorních zátěžových testů. Především jsem využil písemné zpracování laboratorních testů VO₂max a Wingate, které jsou zde dopodrobna popsány. Autor zde uvádí podrobný průběh testů a rozebírá hlavní výsledky.

Hrubíšek, I. (2002). *Horské kolo od A do Z*. Praha: Sobotáles.

V knize se autor zabývá problematikou horské cyklistiky a vším, co k tomuto sportovnímu odvětví patří. Účelem je seznámení nejširší veřejnosti s historií, typologií a anatomii horského kola. Uvádí cenné rady pro nákup nového kola, či údržbu a servis stávajícího, techniky jízdy, popisuje výzbroj a výstroj.

Chovanec, F. (1976). *Běh na lyžích, technika a metodika*. Praha: UK Praha.

Z této knihy jsem čerpal pouze okrajově. Využil jsem podrobného rozebrání zapojovaných svalů při běhu na lyžích.

Jansa, P., & Dovalil, J. et al. (2007). *Sportovní příprava*. Praha: Q-art.

Tato kniha poskytla k řešené problematice hodně informací. Zabývá se stručně dějinami tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie, fyziologií sportu, sportovním tréninkem, základy sportovní regenerace a rehabilitace. Obsahuje velice

pěkné vysvětlení kyslíkového dluhu a deficitu i s přehledným grafem. Další značně přínosná kapitola byla energetické krytí během výkonu.

Konopka, P. (2007). *Cyklistika*. Liberec: ReproArt

Sám autor je bývalý cyklistický závodník a v knize rozebírá vše o cyklistice horské, silniční a zmiňuje se i o dalších disciplínách spojených s kolem. Kniha obsahuje informace o prvních závodech, nejslavnějších cyklistických osobnostech současnosti i minulosti. Pracuje s obrovským souborem vědomostí a zkušeností.

Kuhn, K., Nüsser, S., Platen, P., & Vafa, R. (2005). *Vytrvalostní trénink*. Č. Budějovice: Koop.

Autoři knihy rozebrali problematiku vytrvalostního tréninku. Například zdravotní aspekty vytrvalostního tréninku, metody vytrvalostního tréninku a plánování tréninku. Tyto kapitoly byly značným přínosem pro vývoj naší práce.

Máček, M., & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Onyx.

Kniha podrobně popisuje problematiku fyziologie při sportu. Čerpal jsem pouze okrajově, především z částí hovořících o vlivu okolí při výkonu, konkrétně vliv tepla a chladu.

Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.

Tato kniha nabízí seznámení se základy sportovního tréninku s teoretickými východisky. Kniha je určena pro širší trenérskou veřejnost, pro všechny trenéry bez rozdílu kvalifikačních úrovní a pro studenty tělovýchovných oborů.

Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1983). *Fyziologie člověka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Publikace s velkým obsahem informací. Využil jsem pouze části týkající se kardiovaskulárního systému.

Sekera, J., & Vojtěchovský, O. (2008). *Cyklistika, průvodce tréninkem*. Praha: Grada.

Populárně napsaná publikace, od začínajících amatérů až po zkušené sportovce vysoké výkonnosti. Autoři se zaměřují především na správný cyklistický trénink, ale kladou důraz i na techniku, bezpečnost. Kniha se věnuje všeobecné sportovní přípravě, psychologickým, fyziologickým aspektům, výživě a regeneraci.

Soumar, L., & Bolek, E. (2001). *Běh na lyžích*. Praha: Grada.

Kniha shromažďuje jednoduše a přehledně informace pro kondiční i rekreační pojetí běžeckého lyžování. V knize najdeme vše od doporučeného vybavení až po tréninkové plány, výživu a pitný režim, regeneraci i prevenci úrazu.

Soumar, L., Soulek, I., & Kučera, V. (2000). *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku*. Praha: CARS I.

Z mé strany velice okrajově využitá publikace. Především jsem čerpal z kapitol, které se zabývají tepovou frekvencí. Toto téma je podrobně a přehledně zpracováno.

Štumbauer, J., (1989). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: pedagogická fakulta v Českých Budějovicích.

Tuto publikaci jsem využil pro nastudování a následné zvolení metod výzkumu. Podrobně a srozumitelně je zde popsána obsahová analýza i komparativní metoda. V naší práci byly využity obě dvě metody.

3 Důležité poznatky k vybraným disciplínám

3.1 Charakteristika jednotlivých disciplín

3.1.1 Běh na lyžích

Běh na lyžích v současné podobě neznamena jen závodní projev, který je spojený s představou maximálního sportovního výkonu, ale po zvládnutí základních lyžařských dovedností přináší více než jakýkoliv druh sportu. Hlavně prožitky z přírody a radost z pohybu v zasněžené krajině. Veliká výhoda běhu na lyžích je jeho jednoznačný význam v prevenci onemocnění oběhového systému (Bolek, Ilavský, & Soumar, 2008).

Běh na lyžích je sport, který vyžaduje dynamické pohyby ve velkém kloubním rozsahu. Hlavní předností tohoto sportu je, že způsobuje malé otřesy, a proto nepřetěžuje klouby. Protože běh na lyžích se provádí v chladném počasí a často ve vysokých nadmořských výškách, je nutné dodržovat zásady zahřátí, rozcvičení, zklidnění a protažení před samotným tréninkem (Soumar & Bolek, 2001).

Mezi přednosti běhu na lyžích patří to, že nedochází k nadměrnému opotřebením pohybového aparátu vlivem gravitačního přetížení po odrazu. Nedochází také k namožení a poškození svalových úponů a kloubních spojení pohybového aparátu. Z důvodu převažujícího silově-vytrvalostního charakteru na ně nejsou kladeny příliš vysoké nároky. Při správném technickém zvládnutí klasického běhu nedochází k přetěžování bederní páteře, při bruslení dochází ke zvýšeným nárokům na pohyblivost kyčelního a kolenního kloubu (Bolek et al., 2008).

Běh na lyžích patří mezi cyklické sporty vytrvalostního charakteru. Projevuje se typickou a pravidelnou prací dolních a horních končetin a svalstva trupu. Souhrn dílčích pohybů zatěžuje globálně svalstvo celého těla. Tímto způsobem zatížení se všestranně a harmonicky rozvíjí funkční zdatnost organismu. Rozvoj lyžařské disciplíny vytváří řadu možností v oblasti sportovní přípravy (trénink lyžařů-běžců) a masového sportu (rekreační forma a turistika) (Bolek et al., 2008).

Celkové množství svalové práce je při běhu na lyžích velice značné a zatěžuje téměř všechny svaly a orgány. Nejvíce jsou zatěžovány trojhlavý sval lýtkový, čtyřhlavý sval stehenní, hýžděvé svaly a svaly bedrokyčlostehenní (Chovanec, 1976).

3.1.2 MTB-Horská cyklistika

Cyklistika obsahuje bohatou škálu odvětví. Nejčastějšími z nich jsou silniční cyklistika, horská cyklistika, cyklokros a dráhová cyklistika. V naší práci se budeme

zabývat hlavně horskou cyklistikou (MTB). Tato disciplína je v současné době dostupná široké veřejnosti a je velice oblíbená především díky spoustě konaných amatérských závodů, které jsou většinou součástí profesionálních závodů. Veřejnost tak k účasti láká i přítomnost profesionálních jezdců. Cyklistika je charakteristická kontinuálním typem zatížení na jízdním kole. Hlavním rysem cyklistických disciplín je lokomoční cyklický pohyb prováděný střídavou prací dolních končetin. Intenzita zatížení se pohybuje od střední zátěže až po zátěž submaximální. Cílem všech závodníků je zdolat závodní trať za co nejkratší časovou dobu. Čas závodu se nejčastěji pohybuje od 1 do 3 hodin. Výjimkou jsou pak delší maratony a extrémní závody. Pro silniční cyklistiku se doba strávená v sedle během závodu pohybuje od 1 do 7 hodin (Konopka, 2007).

V cyklistice je pohyb vpřed zajištěn svalstvem dolních končetin. Zapojují se hlavně při tlakové fázi směrem dolů extenzí v kyčelním a kolenním kloubu. Při zdvihu pedálů, tedy opačným směrem, pracují flexory zmíněných kloubů. Nevyhnutelnou součástí horské cyklistiky jsou různé skoky, překážky, nárazy, změny směru, příkré sjezdy a další nástrahy. Při zdolávání zmíněných nástrah je velice důležitá správná poloha jezdce na kole, což zajišťují svaly trupu a paží. V přípravě cyklistů se tedy nesmí zapomínat na tyto svalové partie (Hrubíšek, 2002).

Jelikož je cyklistika aerobní sport, nejčastějším způsobem hrazení energie při výkonu je aerobní metabolismus. Při něm tělo využívá těchto živin: sacharidů, tuků a bílkovin. Ve snaze odpoutat se od soupeřů jezdci využívají různých nástupů, při kterých se dostávají do anaerobního metabolismu a spotřebovávají především sacharidy (Hrubíšek, 2002).

Spalování bílkovin je zdaleka nejméně výhodnou strategií energetického krytí při výkonu. Přesto je v cyklistice získávání energie z bílkovin klíčové. Při dlouhotrvajících a vysoce intenzivních zátěžích umožňují významně prodloužit dobu výkonu. Dá se tedy s lehkou nadsázkou říci, že nebyť metabolismu bílkovin, nemohla by se konat např. Tour de France (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

3.2 Fyziologické funkce

3.2.1 Kardiovaskulární systém

Srdečně-cévní systém je úzce funkčně propojen s dýchacím systémem, tento komplex se terminologicky označuje jako systém kardio-respirační. Jeho velice důležité funkce jsou podíl na zajištění přísunu živin do činných svalů a následný odvod zplodin

z látkové přeměny. Podílí se také na termoregulaci a díky tomu zajišťuje stálost vnitřního prostředí. Vlivem pohybového zatížení může docházet v průběhu tréninku k změnám. Jedná se o přímou odpověď na zatížení (změna relativní) a o následky dlouhodobého tréninku (změna adaptivní) (Dovalil et al., 2009).

Srdeční frekvence

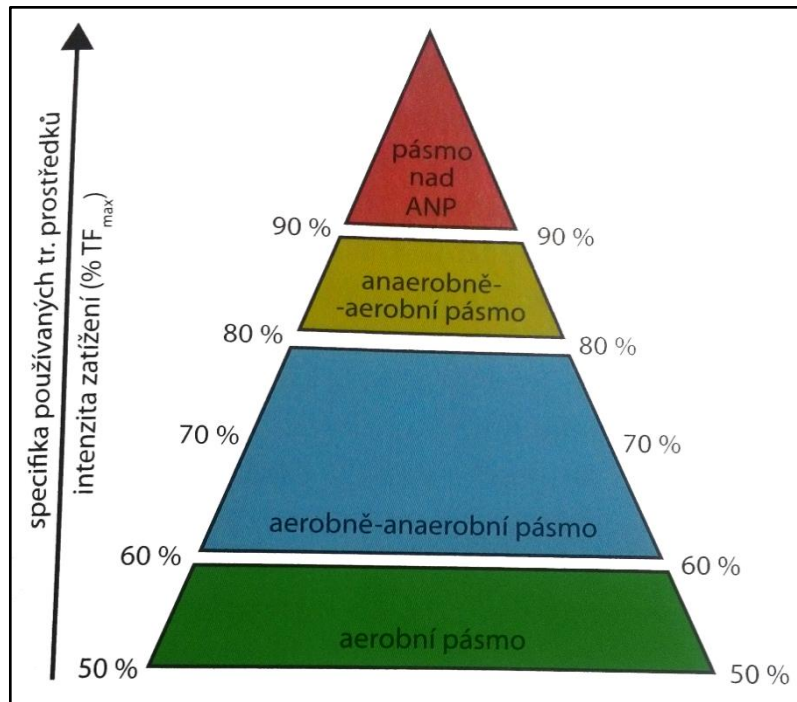
Srdeční frekvence (SF) je nejpřístupnějším oběhovým ukazatelem a nejjednodušším ukazatelem intenzity zatížení. Měříme ji pomocí sporttesterů, které se používají zejména u vytrvalostních sportů. Srdeční frekvence stoupá velice rychle. Hodnoty, které se velice přibližují maximu, nastávají při maximální intenzitě zatížení již po prvních deseti vteřinách. Srdeční frekvence udává, kolik systol (stahů) provede srdce za minutu. Neustálým opakováním tréninkové zátěže se posiluje srdce a s tím se mění i jeho výkonnost. Tyto změny můžeme sledovat poklesem srdeční frekvence. U nespportovců se klidová srdeční frekvence pohybuje okolo 70 tepů/min., ale u sportovců se dokáže pohybovat v rozmezí od 45 do 60 tepů/min. U vrcholových sportovců můžeme ojediněle zaznamenat vagotonii, což je pokles srdeční frekvence pod 40 tepů/min. (Bartůňková et al., 2013; Soumar, Soulek, & Kučera, 2000).

Zabýváme se hlavně maximální, klidovou a minimální srdeční frekvencí. Maximální SF vyjadřuje, jak rychle a kolikrát do minuty je schopné srdce tepat. Klidovou SF dosahuje srdce při odpočinku a minimální SF obvykle ráno ihned po probuzení. Pro výpočet maximální SF je využíván matematický vzorec: $SF_{max} \text{ (tepů/min)} = 220 - \text{věk}$. Pro vrcholové, ale i výkonnostní sportovce je nutné znát maximální SF přesně. Proto sportovci podstupují pravidelné fyzické testy jak laboratorní, tak terénní. Maximální SF se vlivem tréninku nemění, ale jsou na ní závislá všechna tréninková pásma. Klidová SF obvykle klesá s rostoucí výkonností. Když se klidová SF zvýší, signalizuje tím únavu, přetrénování nebo nemoc a sportovec tak může upravit svůj tréninkový plán, aby předešel možným zraněním. Vytrvalostní sporty jsou především aerobní, ale je nutné se zaměřovat i na anaerobní trénink. Z hlediska SF můžeme rozdělit hranici mezi aerobním a anaerobním zatížením tzv. anaerobním prahem (ANP). Při aerobním zatížení by neměla SF překročit 75 % maximální SF. Zapřičiňuje změny v tělesné stavbě a také srdečně-cévním systému. Intenzivní anaerobní zatížení způsobuje nervové, dýchací a biochemické změny. Takovéto zatížení přesahuje 80 % maximální SF. Z tohoto vyplývá, že hodnota ANP by se měla pohybovat mezi 75 % a 80 % maximální SF. Tréninková

pásma bychom měli používat podle přesně stanovené maximální SF. Pro ty, co přesnou hodnotu neznají, existují výpočtové vzorce, např. Karvonerův vzorec. Jelikož existují různé faktory, které ovlivňují SF, je velice důležité dokonale vnímat své pocity během jednotlivých intenzit. Jedním z nich je falešné zrychlení SF, tzv. kardiovaskulární drift. Projevuje se v horku a vlhku, kdy může SF vystoupat nad plánované hodnoty bez zvýšeného úsilí. Opakem je falešné zpomalení SF, které se projevuje v chladném a suchém počasí. Na sporttesteru se můžeme nechat zmást nízkou hodnotou SF a zvýšit úsilí, což by ale nebylo vhodné. V takovýchto případech využíváme své pocity v dané intenzitě a musíme se jimi řídit více než tím, co ukazuje sporttester (Benson & Connolly, 2012).

Tréninková pásma stanovená dle SF

- Aerobní pásmo. Zatížení s intenzitou do 60 % maximální SF je typicky alaktátové. V přípravě sportovců je využíváno především k cyklickým regeneračním aktivitám.
- Aerobně-anaerobní pásmo. Zatížení s intenzitou mezi 60 % a 80 % maximální SF je charakterizováno hladinou laktátu 2—4 mmol/litr. Délka zatížení se pohybuje do desítek minut. Využívá se také jako pásmo pro úpravu tělesné hmotnosti sportovce.
- Anaerobně-aerobní pásmo. Zatížení s intenzitou mezi 80—90 % maximální SF je charakterizováno hladinou laktátu 4—9 mmol/litr. Délka zatížení se pohybuje v minutách.
- Pásmo nad anaerobním prahem. Zatížení je zpravidla spojeno s maximální SF. Ta se pohybuje tedy v rozmezí od 90 % do 100 %. Hladina laktátu je vyšší než 10 mmol/litr. Zatížení v tomto pásmu má intervalový charakter s delší dobou odpočinku (Bolek et al., 2008).



Obrázek 1. Pásma intenzity zatížení (Bolek et al., 2008, s. 119).

Krevní tlak

Krevní tlak (m) je tlak krve naměřený v tepnách. Představuje jej poměr hodnoty systolického krevního tlaku (TKs) k hodnotě diastolického krevního tlaku (TKd). TKs je tlak při vypuzování do tepen při srdečním stahu (systole). TKd je tlak při diastole, při fázi plnění srdečních komor (Jansa et al., 2007).

Hodnoty 120/80 torrů se udávají jako normální hodnoty pro dospělého jedince. Měření probíhá na levé paži tzv. auskultační metodou. Největší hodnoty naměříme při silových sportech při zatíženích se submaximální intenzitou. Opakem je pokles TK, ke kterému může dojít při dlouhodobém zatížení a vyčerpání. Velikost krevního tlaku závisí na mnoha faktorech: činnosti srdce, odporu cév, množství krve v oběhu, poloze těla, viskozitě krve, věku, pohlaví, teplotě a emocích člověka (Bartůňková, 2010; Dovalil et al., 2009).

Systolický objem srdeční

Systolický objem srdeční (Qs) představuje kolik krve je vypuzeno během jednoho stahu srdce (systoly) do oběhu. Qs stoupá nejdříve rychle, později se zpomaluje. Roste z hodnot 60–80 ml na hodnoty 120–150 ml. Svého maxima nedosahuje při maximálním zatížení. Systolický objem roste zhruba do 40 % maximální spotřeby kyslíku při zatížení, dále je pak téměř konstantní. Při vytrvalostním tréninku se Qs zvětšuje

společně se zvětšováním srdce. Důležitou roli hraje také periferní odpor a trénovanost jedince (Bartůňková et al., 2013; Dovalil et al., 2009).

Minutový objem srdeční

Minutový objem srdeční (Q) vyjadřuje množství krve, které srdce přečerpá za jednu minutu. Stoupá s intenzitou zatížení a zvyšuje se lineárně s rostoucí spotřebou kyslíku. Klidové hodnoty se pohybují kolem 4–5 litrů za minutu a jsou přibližně stejné pro trénovaného i netrénovaného jedince. Rozdíl se ukazuje až při maximální intenzitě, kde u netrénovaného jedince dosahuje minutový srdeční objem hodnot 25 litrů za minutu a u trénovaného hodnot 35–40 litrů za minutu (Bartůňková et al., 2013; Dovalil et al., 2009).

Tepový kyslík

Tepový kyslík (VO_2/SF) je velice důležitý ukazatel oběhového i dýchacího systému. Jedná se o množství kyslíku, které se dostane do tkání při jedné systole srdce. Hodnotu vyjadřujeme podílem spotřeby kyslíku a srdeční frekvence. Klidové hodnoty se pohybují okolo 5 ml. Dosáhnout můžou až na 30 ml u trénovaného a na 15 ml u netrénovaného jedince (Bartůňková et al., 2013).

Hematokrit

Hematokrit udává objem krevní plazmy a červených krvinek v krvi. Muži dosahují objemu 44 % červených krvinek, ženy pak 39 %. Vliv na výskyt červených krvinek v krvi má především nadmořská výška, jelikož ve vyšší nadmořské výšce je menší množství kyslíku ve vzduchu. Pokud ve vysokých nadmořských výškách sportovec trénuje, dochází k adaptaci těla a k nárůstu červených krvinek (Seliger, Vinařický, & Trefný, 1983).

3.2.2 Dýchací systém

Dýchací systém se společně s kardiovaskulárním systémem podílí na okysličovacích procesech tkání a odvádí metabolity (CO_2). Oba systémy řídí prodloužená mícha a centrální nervový systém (CNS). Role CNS je zřejmá především při předstartovních stavech a emocích. Pro sportovce je důležité využít co největší podíl bráničního dýchání. Tuto ekonomičnost dýchání trénují vrcholoví sportovci pomocí speciálních technik (Dovalil et al., 2009).

Vitální kapacita plic (FVC)

Vitální kapacita plic je hodnota měřená v klidových podmínkách maximálním výdechem po maximálním nádechu. Hodnota je tedy tvořena součtem inspiračního a

expiračního rezervního objemu plicního. Výsledná hodnota je také závislá na sportovní disciplíně a fyzické zdatnosti jedince. Výsledné hodnoty mohou dosahovat až 8 litrů, u trénovaných jedinců (mužů) by se měly pohybovat mezi 6–7 litry (Bartůňková, 2010).

Dechová frekvence a objem

Dechová frekvence (BF) uvádí počet nádechů za minutu. Je snadno ovlivnitelná vůlí a závislá na charakteru zatížení. U trénovaných jedinců dochází k poklesu dechové frekvence, snižuje se tak počet nádechů za minutu až na hodnoty 8–10 nádechů/min. (Bartůňková et al., 2013).

Dechový objem (VT) je množství vzduchu, které jedinec vdechne nebo vydechne jedním dechem. Při vysoké dechové frekvenci se dechový objem již nezvyšuje, jelikož se jedinec již nedokáže pořádně nadechnout. U trénovaných jedinců dochází na rozdíl od BF ke zvýšení hodnot dechového objemu. Při běžném dýchání mohou dosahovat až 1 litru na jeden dech. Při fyzické aktivitě může hodnota VT dosahovat až 70 % vitální kapacity plic (Dovalil et al., 2009).

Minutová plicní ventilace (V'E)

Minutová plicní ventilace je součinem dechové frekvence a dechového objemu. Klidové hodnoty se pohybují okolo 8 litrů za minutu. Společně se zvyšujícími se požadavky organismu na spotřebu kyslíku roste i minutová plicní ventilace. Stoupá pouze do okamžiku, než se začne ve větší míře uplatňovat anaerobní glykolýza s tvorbou laktátu. Během zatížení se hodnoty pohybují mezi 30–50 litry za minutu (Bartůňková et al., 2013; Dovalil et al., 2009)

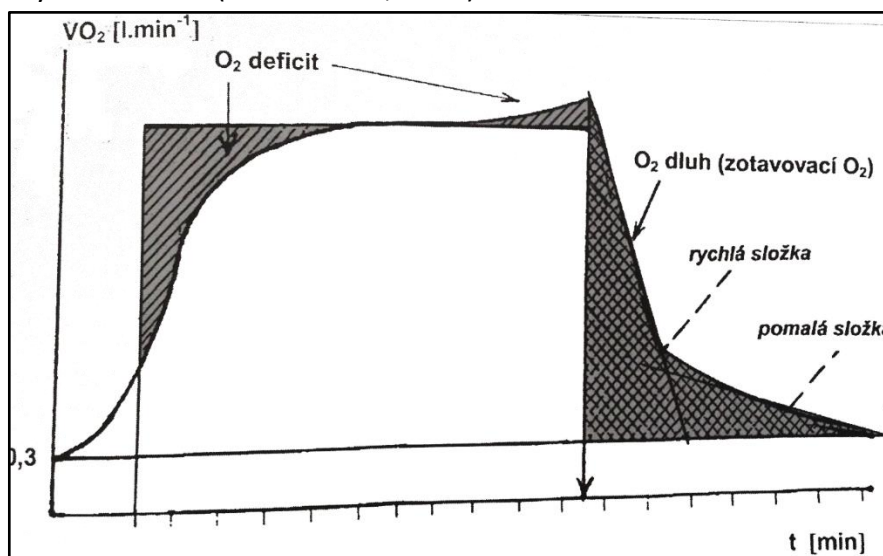
Respirační kvocient (RER)

Respirační kvocient je poměr mezi vydaným oxidem uhličitým a přijatým kyslíkem. Respirační kvocient je také jednou podmínkou splnění spiroergonomického testu pro stanovení maximální spotřeby kyslíku. Hodnota při tomto testu musí dosáhnout 1,1, jinak nemůže být hodnota spotřeby kyslíku považována za maximální. Roli nehraje pouze RER, ale i další kritéria (Bartůňková et al., 2013).

Kyslíkový dluh a deficit

Kyslíkový dluh charakterizuje především činnosti při anaerobním zatížení. Vyjadřuje nadspotřebu kyslíku po skončení fyzické zátěže především anaerobního typu. Je velice spjatý s kyslíkovým deficitem, který vzniká také při anaerobním zatížení. Vyjadřuje ale nepoměr mezi potřebou a aktuální dodávkou kyslíku tělesným tkáním.

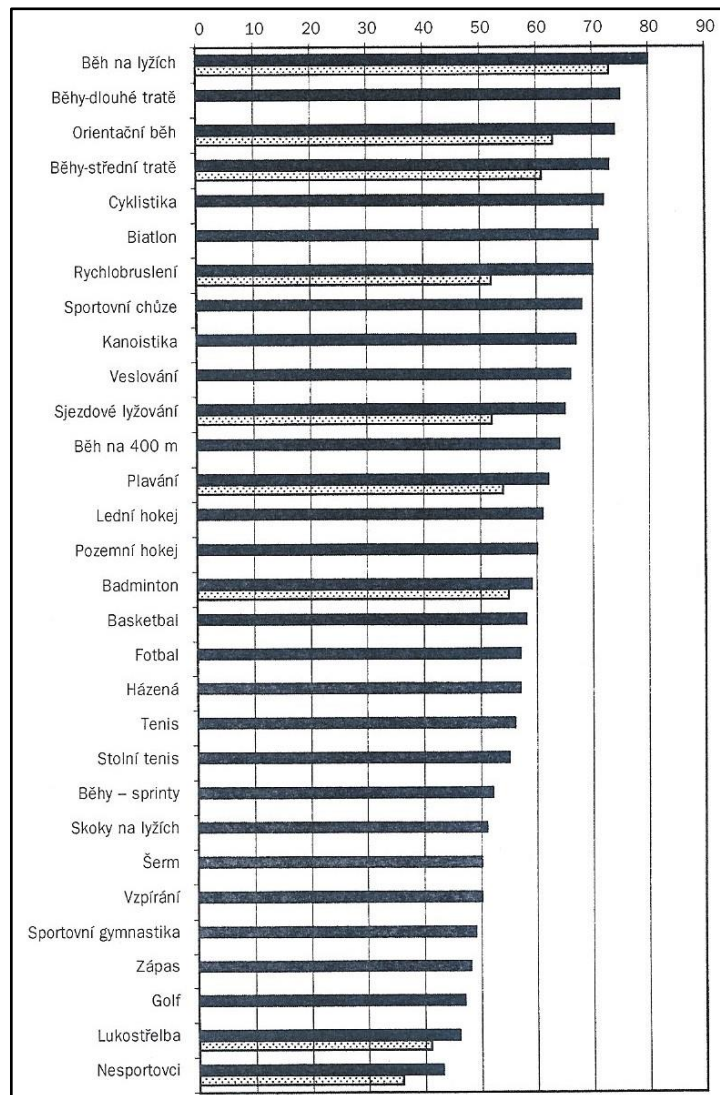
U trénovaných jedinců dosahují hodnoty kyslíkového dluhu 15–18 litrů, u netrénovaných 5–6 litrů (Dovalil et al., 2009).



Obrázek 2. Kyslíkový dluh a deficit (Jansa et al., 2007, s. 105).

Maximální aerobní výkon (VO_{2max})

Maximální spotřebu kyslíku určujeme většinou na bicyklovém ergometru nebo běhátkovou ergometrií. Výsledkem je maximální aerobní výkon jedince. Měříme ji v laboratoři, na již zmíněných typech ergometrů. Pro každou sportovní disciplínu by měl být vybrán nejvhodnější ergometr, tj. ten, který nejvíce napodobuje disciplínu v reálu. Měříme jej pomocí stupňovitého testu, při němž se každých pár minut zvyšuje intenzita zátěže až do vyčerpání jedince. Hodnotu maximální spotřeby kyslíku vyjadřujeme jako množství mililitrů spotřebovaných za jednu minutu na jeden kilogram tělesné hmotnosti (ml/kg/min). Splnění VO_{2max} je ale podmíněno také hodnotou respirační výměny přes 1,1 dále pak dosažení maximální srdeční frekvence a hodnoty laktátu nad hranici 8 mmol/litr. Hodnoty běžné populace se pohybují u žen kolem 35 ml/kg/min, u mužů kolem 45 ml/kg/min. U trénovaných sportovců s převažujícím aerobním způsobem tréninku dosahují hodnoty rozmezí 50–70 ml/kg/min. U vrcholových sportovců mohou hodnoty dosahovat až k 90 ml/kg/min. Ve výjimečných případech i nad tuto hodnotu. Aerobní kapacita je ovlivněna do určité míry geneticky. Další faktory ovlivňující aerobní kapacitu jsou velikost srdce, srdeční objem při jednom tepu, obsah hemoglobinu v krvi, hustota mitochondrií a typ svalových vláken. Aerobní kapacita se dá tréninkem navýšit, ale tento proces trvá 6–8 týdnů tréninku ve vysoké intenzitě. Společně se stárnutím organismu se snižuje i hodnota VO_{2max} . U jedinců, kteří žijí sedavým způsobem života, klesá od věku 25 let až o 1 % ročně (Dovalil et al., 2009; Friel, 2013).



Obrázek 3. Maximální spotřeba kyslíku u výkonných sportovců různých specializací (ml/kg/min) (Dovalil et al., 2009, s. 140).

Aerobní práh (AEP)

Aerobní práh je přechod z aerobního metabolismu na metabolismus aerobně-anaerobní. Standardní hodnota AEP je při laktátu 2 mmol/litr. Pokud se hodnota pohybuje do této hranice, hovoříme o tzv. aerobním pásmu. Aerobní práh se může měnit vzhledem k odpočinku organismu. Pokud je jedinec odpočatý, bude se nacházet při vyšším výkonu, než kdyby byl unavený. Je velice důležité sledovat vynakládané úsilí, sporttesterem a případně měřičem výkonu. Trénování v aerobním pásmu je výborné pro budování základní aerobní vytrvalosti. Využívá se především v přípravném období ročního tréninkového cyklu, jelikož zde hraje nejdůležitější roli objem zatížení, nikoliv intenzita (Bartůňková et al., 2013; Friel, 2013).

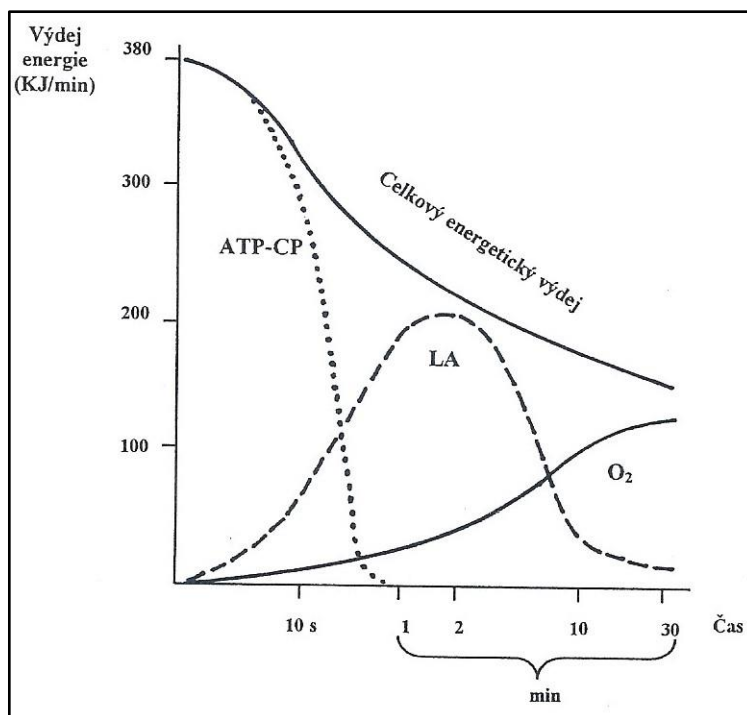
Anaerobní práh (ANP)

Anaerobní práh je nejvyšší možná intenzita zatížení, kterou je možné provádět dlouhodoběji. Anaerobní, někdy nazývaný laktátový, práh nastává při intenzitě zatížení, kdy je hodnota laktátu v rovnováze. Rozumíme tím přechod z aerobního metabolismu na převážně anaerobní metabolismus. Hodnota laktátu při ANP je stanovena na 4 mmol/litr. Tento práh je také nazýván jako začátek pro větší akumulaci laktátu, tzv. OBLA. Při ANP dosahují vytrvalostní sportovci až 90 % maximální srdeční frekvence a až 85 % maximální spotřeby kyslíku. Metabolismus reaguje na tento práh přepnutím ze závislosti na spalování tuků a kyslíku při produkci energie na závislost na glykogenu, tedy zásobní formě sacharidů. Čím vyšší je tato hodnota jako podíl $VO_2\max$, tím delší dobu dokáže jedinec vykonávat závodní činnost při vysoké intenzitě. Jakmile dosáhne kyselina mléčná určité úrovně, není jiná možnost než snížit intenzitu, aby se vyplavila z těla. Například když proti sobě budou stát dva závodníci, první bude mít hodnotu ANP při 90 % $VO_2\max$ a druhý při 60 % $VO_2\max$, je zřejmé, že první závodník má velkou fyziologickou výhodu (Bartůňková et al., 2013; Friel, 2013).

3.2.3 Energetické krytí při výkonu

Abychom mohli podat výkon, potřebujeme činnost svalů. Tato činnost je možná pouze za přísunu energie. energii získáváme z metabolismu – biochemické přeměny látek. Metabolismus dělíme na anabolismus a katabolismus. Při anabolismu získáváme energii pomocí přeměny jednodušších látek na složitější. Katabolismus je přesný opak, tzn., že energii ztrácíme. Velice důležité je uvědomit si, že se tyto procesy navzájem doplňují. Převažující trénink nad regenerací vede ke zhoršení výkonnosti. Abychom tomuto zabránili, musí po tréninku následovat dostatečná regenerace (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Energetické zabezpečení velice úzce souvisí s intenzitou zatížení. Čím větší intenzitu vyvíjíme, tím více energie potřebujeme. Pro účely tréninku rozlišujeme tři způsoby energetického zabezpečení pohybové činnosti (Perič & Dovalil, 2010).



Obrázek 4. Průběh energetického výdeje a podíl systémů energetické úhrady v závislosti na době trvání zatížení (Dovalil et al., 2009, s. 57).

ATP-CP systém

Tento systém trvá pouze několik sekund. Energetický požadavek je hrazen anaerobně pomocí okamžitých zdrojů ve svazech. Těmito zdroji jsou adenosintrifosfát (ATP) a kreatinfosfát (CP). Probíhá při maximální intenzitě zatížení (Jansa et al., 2007).

LA systém

Probíhá jako anaerobní glykolýza, tzn. štěpení glykogenu bez využití kyslíku. Tento systém zajišťuje pohybovou činnost, která se pohybuje mezi 2–3 min. výkonu. Toto zatížení submaximální intenzity považujeme za nejnáročnější, jelikož dochází k nejvyššímu vytížení oběhového a dýchacího systému. Dosahujeme nejvyšších hodnot kyslíkového dluhu a laktátu v krvi. Maximální hodnoty laktátu se mohou pohybovat až nad hranici 15 mmol/litr (Jansa et al., 2007; Perič & Dovalil, 2010).

O₂ systém

Zapojuje se jako poslední při středních a mírných intenzitách, které trvají delší dobu. Poskytuje energii oxidativním štěpením cukrů a tuků. K obnově ATP se zpočátku využívají sacharidy a glycidy, posléze i lipidy. Společně s prodlužujícím se výkonem klesá

anaerobní energetická úhrada a hladina laktátu v krvi. Limitujícím faktorem se v tomto případě stává vyčerpání zásob energetických zdrojů. Při dlouhodobé zátěži může docházet i k získávání energie z bílkovin. Toto získávání je poměrně složité, jelikož musí dojít nejprve k demontáži některých funkčních částí buňky, což stojí energii a hlavně kyslík. To znamená, že spalování bílkovin je nejméně výhodný způsob energetického krytí. Přesto se ale například v dlouhých MTB maratonech bez této energetické úhrady neobejdeme. V silniční cyklistice je tato úhrada energie téměř běžnou záležitostí (Jansa et al., 2007; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Tabulka 1. Metabolická a funkční charakteristika zatížení podle intenzity metabolismu (Jansa et al., 2007, s. 99).

	Maximální	Submaximální	Střední intenzita	Středně dlouhá	Mírná
Doba trvání	Sekundy (5-10 s)	Desítky sekund (40-140 s)	Minuty (3-7 min)	Desítky minut (7-180 min)	Hodiny (5 hod a déle)
% nál. BM	20 000	10 000	5 000-2 000	1000	500-300
Zdroje energie	ATP, CP	Anaerobní glykolýza, (ATP, CP, aer. fosforylace)	Aerobní fosforylace (anaerobní glykolýza)	Aerobní fosforylace cukrů, tuků	Aerobní fosforylace tuků, cukrů
Dodávka energie	Sval	sval, krev	krev	krev, zásobárny	zásobárny krev
Aerobně	5%	10-30%	50%	60-90%	90-100%
Anaerobně	95%	90-70%	50%	40-10%	10-0%
SF (min ⁻¹)	170-190	190-21	170-190	140-170	100-130
Q (min ⁻¹)	17-23	30-35	15-25	15-20	08.X
V (min ⁻¹)	0-60	80-130	60-110	50-60	20-30
VO ₂ (min ⁻¹)	0,3-0,8	3,5-5,5	4-5	2-3	0,5-1,5
O ₂ dluh (l)	5-15	10-20	10-20	3-10	0
LA (mmol.l ⁻¹)	2-4	16-22	6-12	3-4	2-3
Nejvíce zatěžované systémy	Nervosvalový systém	Nervosvalový, oběhový a dýchací systém	Oběhový, dýchací i nervosvalový systém		Zasoby energie, oběhový a dýchací, nervosvalový pasivní hybný systém
BM	Bazální metabolismus, základní enegetická přeměna				
ATP	Adenosintrifosfát				
CP	Kreatinfosfát				
SF (min ⁻¹)	Srdeční (tepová) frekvence				
Q (min ⁻¹)	Minutový objem stdeční				
V	Minutová ventilace plic				
VO ₂	Spotřeba kyslíku				
O ₂ dluh	Kyslíkový dluh				
LA	Koncentrace laktátu v krvi				

3.2.4 Únava

Sportovní výkon vyvolává únavu, kterou můžeme rozdělit na celkovou a místní. Dále ji vnímáme jako subjektivní i objektivní. K únavě dochází snížením energetických rezerv organismu spolu s nárůstem odpadních látek. Zejména hromadění laktátu v krvi. Dochází k poklesu příjmu O₂ a ke zvyšování hladiny CO₂ v krvi, čímž se zvyšuje i její

viskozita. Mezi objektivní, tedy pozorovatelné faktory únavy patří zhoršené vnímání a špatná koordinace pohybu, kterou zapříčiňuje výskyt laktátu v krvi a vede velice často k ukončení fyzické aktivity (Dovalil et al., 2009; Sekera & Vojtěchovský, 2008; Lukešová, 2008).

3.2.5 Výživa a pitný režim během výkonu

Přijatá strava by měla být lehce stravitelná a také bohatá na energii. Měla by obsahovat hlavně sacharidy (banány, rozinky, energetické gely a tyčinky). Před výkonem není vhodné požívat potraviny s vysokým obsahem bílkovin a tuků a potraviny s vysokým glykemickým indexem. Stravování během výkonu je velice individuální záležitost. Pitný režim může zásadněji ovlivnit podávaný výkon. Tekutiny tvoří přibližně 60 % váhy lidského těla a ztrácíme je především pocením, pomocí kterého odvádíme přebytečné teplo ze svalů. Dehydratace může způsobit křeče a další problémy. Pokud není výkon delší než jednu hodinu, je nejlepší konzumovat vodu. Při delších zatíženích je nutné přijímat také sodík, vápník a draslík (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Sportovní zátěž vytrvalostního charakteru je spjata se stálostí vnitřního prostředí, zdravotní potíže během výkonu často souvisí s poklesem tělesných tekutin. 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 (Kukačka, 2009).

3.2.6 Vlivy zevního prostředí

Vliv chladu

Na chlad reaguje organismus snížením průtoku krve, tzv. vazokonstrikcí. Zabraňuje tím úniku tepla mimo tělesné jádro. Další obranou je produkce tepla pomocí svalového třesu. Za těchto podmínek klesá výkonnost a zvyšují se oběhové parametry (srdeční frekvence a minutový objem srdeční) (Máček & Máčková, 1995).

Vliv tepla

Výkon v teple provází rozšíření cév, tzv. vazodilatace a s tím související pocení. Dochází k výrazným ztrátám vody, které jsou také příčinou poklesu tvorby moči. Pokud dosáhneme ztráty okolo 6 %, jsme nuceni výkon přerušit, proto je nesmírně důležité doplňovat tekutiny během výkonu pravidelně. Ideální teplota pro vytrvalostní činnosti je 15 °C (Máček & Máčková, 1995).

Vliv nadmořské výšky

Ve vyšších nadmořských výškách je snížený atmosférický tlak, nižší teplota a nízká vlhkost vzduchu. Nižší parciální tlak negativně ovlivňuje aerobní metabolismus. Snižuje tak úroveň maximální spotřeby kyslíku. V nadmořské výšce 1200 m. n. m. dosahuje pokles 5—10 %. Výše pak až o 11 % na každých 1000 m (Jansa et al., 2007).

Povětrnostní vlivy

U vybraných sportů nehrají tak velkou roli jako např. u skoků na lyžích. Jsou spíše nebezpečné z hlediska teploty vzduchu. Vítr totiž při své rychlosti výrazně ochlazuje vzduch. Když při běhu na lyžích bude teplota -10 °C a bude foukat vítr o rychlosti 40 km/h, bude lyžař vystaven teplotě -31°C. To samé platí pro cyklisty v jarním období (Jansa et al., 2007).

3.3 Struktura sportovního výkonu

Sportovní výkon má specifickou strukturu. V krátkém období dochází ke zpřesňování pojmu sportovní výkon a obohacení jeho významu o systémové vnímání. Tento přístup umožňuje analyzovat sportovní výkon i vliv tréninkového a soutěžního zatížení a sledovat změny stavu trénovanosti. Sportovní výkon je ovlivňovaný celou řadou vnitřních a vnějších faktorů (Bahenský & Bunc, 2018).

Mezi vnější faktory se zařazují veškeré prvky související s přírodními, společenskými a ekonomickými podmínkami, se zdravotním a vědeckovýzkumným zabezpečením a s výchovně-vzdělávacím procesem. Nezahrnuje však samotný tréninkový proces (Bahenský & Bunc, 2018).

Mezi vnitřní faktory, které souvisí s tělesnými, funkčními, psychickými a intelektuálními kapacitami organismu člověka, patří morfologické a funkční předpoklady, motorické dovednosti, somatická stavba, psychické vlastnosti, kondice, taktické faktory a předpoklady výkonu. Důležitou součástí sportovního výkonu je účelné

uspořádání předpokladů. Trenér by je měl poznat a zvážit jejich důležitost. Pro sportovní výkon má zásadní význam pochopení obsahu a průběhu pohybové činnosti (Bahenský & Bunc, 2018).

Dlouhodobým působením tréninkové zátěže na sportovce se organismus sportovce adaptuje a zdokonaluje se stále jeho kvalita sportovního výkonu. Růst výkonnosti, který se mění s věkem, se postupně přizpůsobuje trénink ke zvláštnostem individuálního sportovce (Belej, 2001; Matolín, 1993).

Sportovní výkon se vyznačuje především cíleným pracováním na zlepšení míry neuspořádanosti (entropie). Z časového hlediska jde o procesy od neuspořádanosti až do stavu uspořádanosti systému a procesy zaměřené na rozvíjení faktorů, některé faktory se rozvíjejí stále hlouběji a hlouběji, ale některé v určité fázi zvládnuté jsou nahrazeny jinými a tím ztrácí svůj význam. K dosažení maximálního výkonu na elitní úrovni je dlouhá cesta, udává se 10 000 hodin tréninku za minimum, jedná se o dlouhodobý systematický proces bez delších výpadků nebo vážných zranění (Havlíček, 1986).

3.3.1 Somatické faktory

Somatické jsou ve značné míře geneticky podmíněné. Týkají se zejména kostry, svalstva, vazů a šlach. Podílejí se i na využití energetického potenciálu pro výkon. Mezi hlavní somatické faktory patří tělesná výška a hmotnost, složení těla, tělesný typ a délkové rozměry a poměry (Dovalil et al., 2009).

Složení kosterního svalu

Vlákna, která tvoří příčně pruhovaný sval, do značné míry ovlivňují sportovní výkon. Dělíme je na tři základní typy.

- Rychlá glykolytická vlákna (FG). Tato vlákna jsou schopná rychlé kontrakce a uplatňují se především při krátkodobých zatíženích rychlostně-silového typu.
- Oxidativně-glykolytická vlákna (FOG). Tato vlákna obsahují myoglobin, který na sebe váže kyslík. Jsou odolnější vůči únavě a uplatňují se především při střednědobých a krátkodobých výkonech.
- Oxidativní vlákna (SO). Obsahují také myoglobin, ale mají vysokou aktivitu oxidativních enzymů. Pomocí kapilár jsou velice dobře zásobeny kyslíkem. Jsou velice odolná proti únavě, proto se uplatňují pro vytrvalostní sporty (Jansa et al., 2007).

3.3.2 Kondiční faktory

Za kondiční faktory považujeme schopnosti člověka, které lze identifikovat v jeho pohybových projevech (Dovalil et al., 2009).

Silové schopnosti

Silové schopnosti chápeme jako schopnost překonat, udržet nebo brzdit určitý odpor. Ve sportu nebereme v potaz pouze mohutnost svalového stahu, ale také jeho rychlost a počet opakování za určitý čas. Dle tohoto se silové schopnosti rozdělují na:

- Absolutní síla. Tuto sílu spojujeme s nejvyšším možným odporem. Jde o maximální sílu, která je realizována při dynamické nebo statické svalové činnosti.
- Rychlá a výbušná síla. Tuto sílu realizujeme při dynamické svalové kontrakci a je spojena s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí. Ve vytrvalostních sportech je využívána především pro nástupy.
- Vytrvalostní síla. Tato síla je schopnost dlouhodobě udržovat nemaximální odpor neustálým opakováním. Má největší význam pro vytrvalostní sporty (Dovalil et al., 2009).

Rychlostní schopnosti

Dovalil (2009) uvádí, že podíl dědičnosti činí až 70—80 %. Jedná se o pohyby bez odporu nebo s malým odporem, které jsou vykonávány bez přerušení do 15 sekund. Provádíme je v maximální intenzitě. Energeticky je zajišťuje ATP-CP systém. Jsou ovlivněny také poměrem svalových vláken (Jansa et al., 2007).

Dovalil (2009) rozděluje rychlostní schopnosti do čtyř typů:

- Rychlost reakční. Je reakce na podnět při zahájení činnosti (sluchem, zrakem a dotykem vnímatelná).
- Rychlost acyklická. Je co nejrychlejší provedení jednotlivých pohybů.
- Rychlost cyklická. Jsou stejná pohyby opakující se v co největší frekvenci.
- Rychlost komplexní. Je daná složením všem předchozích rychlostí.

Vytrvalostní schopnosti

Jsou předpoklady provádět činnost co nejdéle a v co nejvyšší intenzitě. Jednoduše řečeno je to schopnost odolávat únavě. Jsou geneticky ovlivněné z 60—80 % (Jansa et al., 2007).

Tabulka 2. Vymezení vytrvalostních schopností podle převážné aktivace energetických systémů (Dovalil et al., 2009, s. 30).

Vytrvalost	Převaná aktivace energetického systému	Doba trvání pohybové činnosti
Dlouhodobá	O ₂	Přes 10 min
Střednědobá	LA-O ₂	do 8-10 min
Krátkodobá	LA	do 2-3 min
Rychlostní	ATP-CP	do 20-30 s

Koordinační schopnosti

Tyto schopnosti charakterizují nároky na přesnost pohybu a přizpůsobení se vnějším podmínkám. Jsou řízeny centrální nervovou soustavou a nervosvalovým aparátem (Perič & Dovalil, 2010).

Dle Dovalila (2009) jsou základními koordinačními schopnostmi tyto:

- Diferenciační schopnost
- Orientační schopnost
- Schopnost rovnováhy
- Schopnost reakce
- Schopnost rytmu
- Schopnost spojování pohybů
- Schopnost přizpůsobování

Pohyblivost

Pohyblivost je schopnost člověka vykonávat pohyby ve velkém kloubním rozsahu. Je ovlivněna tvarem kloubu a pružností tkání. Z vnějších vlivů pak teplotou (Bolek et al., 2008).

3.3.3 Faktory techniky

V každém sportovním odvětví řešíme pohybové úkoly. Technikou rozumíme účelný způsob provedení pohybového úkolu. Musí být v souladu s biomechanickými zákonitostmi a s možnostmi jedince. Jsou vázané na kondiční, somatické a psychologické faktory (Dovalil et al., 2009).

3.3.4 Faktory taktiky

Taktika se charakterizuje jako způsob dosažení cíle v rámci pravidel. Využívá se především ve vytrvalostních sportech. Jde o rozložení sil a taktickým naplánováním závodu. Nejvíce je využívána v silniční cyklistice, kde hraje roli spousta faktorů. Jízda v pelotonu pomáhá jezdcům udržovat po delší dobu své energetické zásoby, což má vliv

na podaný výkon. Při individuálním sportu, který je zahájen intervalově, jde převážně o samotné rozložení sil. V běžeckém lyžování se může využít např. při závodech na dlouhé tratě. U mužů na 50 km, kde je umožněna výměna lyží. Taktika je individuální a záleží na každém, jak se rozhodne (Jansa et al., 2007).

3.3.5 Faktory psychiky

Psychologické faktory se nezabývají pohybem jedince, ale jeho mentální stránkou. V psychologickém hledisku se považuje výkon za závislý na pohybových schopnostech a motivaci. Spojením tělesné a mentální složky jedince získáváme osobnost, která obsahuje určité vlastnosti: temperament, charakter, motivaci aj. Motivace ovlivňuje aktivační úroveň člověka, která má vliv na významnou část fyzických předpokladů jedince (Dovalil et al., 2009).

3.3.6 Hodnocení úrovně výkonů

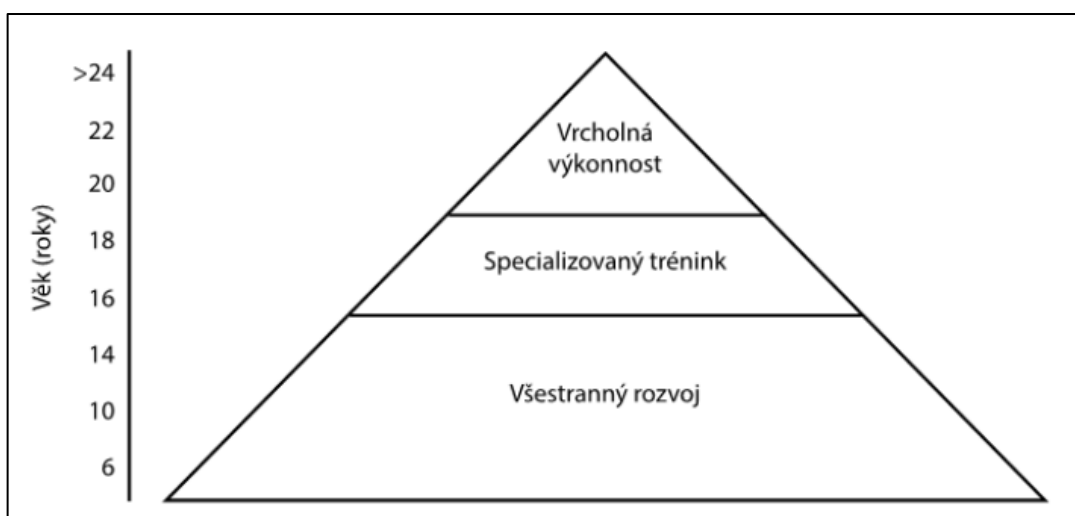
Porovnávání výkonů je nezbytnou součástí sportu. V některých sportech je podstatně jednodušší porovnání jednotlivých výkonů dosažených v rozdílném místě i době. Pro příklad bych uvedl atletiku, která probíhá na standardizovaných stadionech a vliv na výkon je pouze klimatický (síla větru, teplota, vlhkost vzduchu, kvalita povrchu). Další výhodou je, že výkon je přímo měřen rozhodčími a na hodnotu výkonu nemají vliv, jako tomu může být například v gymnastice. Proti tomu porovnávání zajetých časů na lyžích či kole je složitější. Přestože by se porovnával výsledek na stejné trati, může se povrch tratě i v krátkém časovém úseku značně změnit a tím neadekvátně ovlivnit výkon sportovce (Bahenský & Bunc, 2018).

3.3.7 Sportovní příprava

Kratochvíl & Rozsypal (2010, s. 28) uvádí, že sportovní trénink je „specializovaný pedagogický proces, jehož cílem je dosahování individuálně nejvyšší sportovní výkonnosti ve vybraném sportovním odvětví na základě všestranného rozvoje sportovce.“

Obsah sportovního tréninku je rozdílný u začátečníků, pokročilých a vrcholových sportovců. Velké rozdíly jsou mezi dětmi a dospělými na jakýchkoli úrovních. Každý věk má své zákonitosti při jejichž respektování a dodržování lze dosahovat stabilnější a déletrvající vysoké úrovně výkonnosti. Nerespektováním zásad lze krátkodobě vystřelit výkonnost, ale tento stav je neudržitelný dlouhodobě. Sportovní trénink lze rozdělit do několika etap:

- Etapa základního tréninku (všestranný rozvoj)
- Etapa specializovaného tréninku
- Etapa vrcholového tréninku (Perič, 2004; Bahenský & Bunc, 2018).



Obrázek 5. Doporučený dlouhodobý přístup ke specifičnosti tréninkového zatížení (Bompa, 2000, s. 3).

V etapě základního (všestranného) tréninku je kladen největší důraz na harmonický rozvoj osobnosti a podporu přirozeného psychického a tělesného vývoje. Tato etapa nemá prioritní cíl dosahování maximálního výkonu. Cílem je všestrannější působení na sportovce pro získání základních návyků, dovedností, správného držení těla a rozvíjení správné techniky pro pozdější specializace a zaměření se na konkrétní cílovou disciplínu. Tréninkové jednotky v této etapě kladou velký zřetel na pestrost, všestrannost, použití velkého množství prostředků a tréninkových pomůcek a v neposlední řadě i na zábavnost. Trénink obsahuje koordinační cvičení. Dále v této etapě přípravy se vyskytuje upevňování sportovních dovedností a částečně rozvoj základů taktiky, do podvědomí se dostávají pravidla zvoleného sportu, informace o rozdílech ve výstroji a výzbroji, hygienické návyky. Etapa základního tréninku je stavebním kamenem pro další rozvoj sportovce a ovlivňuje výkonnost v dalších letech. Tato etapa by měla trvat dva až tři roky, pokud v této etapě nedojde k dostatečnému rozvoji potřebných předpokladů, následná možnost pro zvyšování výkonnosti se snižuje (Dovalil et al., 2009; Perič, 2004).

Pro etapu specializovaného tréninku stále není nejdůležitějším aspektem výkon. Obsahem tréninků je vyšší podíl specializace, přesto se udržuje značná část všestrannosti a pestrosti. Více než v základní etapě se zde pracuje na schopnostech a dovednostech, které mají přímý vliv na výkon. Vyrůstá objem a intenzita, klade se vyšší důraz na udržení

techniky i při vyšším zatížení, upevňují se taktické schopnosti a vnímání, zvyšují se nároky na povinnosti spjaté s tréninkovým procesem. Dva až čtyři roky je ideální doba této etapy sportovní přípravy. Ne u všech sportovců je možné přejít do vrcholového tréninku a v tomto případě bývá tato etapa využívána až do ukončení sportovní kariéry sportovce (Dovalil et al., 2009; Perič, 2004).

Vrcholová etapa by měla být aplikována pouze na talentovaných dospělých sportovcích, kteří již dovršili konce tělesného a mentálního vývoje. V této etapě se již klade důraz na výkon. Disponuje tréninkem o enormních dávkách s použitím nejmodernějších tréninkových prostředků. Ve vrcholové přípravě dozrává technická, taktická a kondiční složka. Nezbytnou součástí takto náročného tréninku je dostatečná regenerace v mnoha podobách. Takovýto trénink je přizpůsobován individualitám konkrétního sportovce (Dovalil et al., 2009; Perič, 2004).

Pro optimální vývoj sportovce je naprosto nezbytné projít všechny tři etapy. Postupná adaptace na narůstající zátěž rozložená do několika let, zapříčiňuje udržitelnou výkonnost po delší dobu, a především sportovní růst. Trenéři by měli být schopni se povznést nad možnost aktuálních úspěchu a dbát především na budoucnost sportovce, aby sportovec dosahoval maximální výkonnosti až v dospělosti, a neohrožovat vývoj jedince nepřiměřenými nadměrnými tréninkovými dávkami pouze s vidinou krátkodobého úspěchu. Doba jednotlivých etap je velice individuální (Bahenský & Bunc, 2018).

3.3.8 Sportovní trénink v hypoxii

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, Bunc, Tlustý, & Grosicki, 2020; Bahenský & Malátová, 2018; Suchý & Opočenský, 2015). Využívá se tedy i zkrácených kempů s přesvědčením, že i tato doba strávená ve vyšší nadmořské výšce, než probíhá běžný trénink, 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 hight, train hight-LHTH)
- Pobyt v hypoxii a trénink v normoxii (live hight, train low-LHTL)
- Pobyt v normoxii a trénink v hypoxii (live low, training hight-LLTH) (Pernica, Harsa, & Suchý, 2019; Suchý et al., 2014; Suchý & Dovalil, 2005; Vaněk, 1968).

3.3.9 Roční tréninkový cyklus

Trénink vytrvalosti přináší morfologické a funkční přizpůsobení lidského organismu (Jones & Carter, 2007). Hlavní součástí přípravy sportovce je střídání zátěže a zotavení. Na tomto základu jsou postaveny veškeré tréninkové cykly. Pro tuto práci použijeme jako delší časový horizont jeden rok. Tento časový úsek se dá považovat za základní jednotku dlouhodobé sportovní přípravy. Sportovci na olympijské úrovni fungují spíše ve čtyřročních cyklech. Roční plán vychází především z předpokládaných potřeb výkonnosti během kalendářního roku. Stavba dlouhodobého tréninku pak směřuje k vrcholné výkonnosti v přesný čas. Z toho vyplývá, že tréninkové zaměření se v průběhu roku značně mění. Vývojem tréninkových metod a ověřením jich v praxi byl rozdělen celoroční proces na čtyři období a v každém se klade důraz na různé požadavky (přechodné, přípravné, předzávodní, závodní období) (Sekera & Vojtěchovský, 2008; Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2005).

Nejprve je zapotřebí zvolit vrchol sezóny. Obecně lze rozdělit na dvě základní varianty. První se týká širší skupiny sportovců, kteří chtějí dosáhnout vysoké výkonnosti dle svých možností a udržet ji co nejdelší dobu. Tuto výkonnost je možné v průběhu sezóny ještě drobně vyladit na konkrétní jeden nejdůležitější závod, ale není možné tuto vrcholnou úroveň výkonnosti udržet dlouhodobě například několik měsíců. Druhá varianta počítá s konkrétním cílem sezóny, což bývá mistrovství republiky nebo Evropy. Veškerá příprava je k tomuto cíli dlouhodobě směřována. Lze naplánovat více vrcholů sezóny, ale v tomto případě narůstá přesné a důkladné rozvržení tréninkových jednotek a jeho ještě většího významu. Takováto organizace se týká nejen vrcholových sportovců,

ale třeba i sportovců s nepravidelnými účastmi na soutěžích, pro které je důležitý pouze jediný závod jediný den v roce (Sekera & Vojtěchovský, 2008; Neumann et al., 2005).

Výše zmíněné pojetí vrcholu sezóny má společné, že právě od tohoto bodu se odvíjí plánování ročního tréninkového cyklu. Roční tréninkový cyklus se dále dělí na další menší časové úseky, které se nazývají makrocykly, které obvykle trvají 6 až 12 týdnů, záleží na konkrétních potřebách jednotlivého období. Makrocycklus dále rozdělujeme na další ještě menší mezocykly. Rozdělení celého roku do mezocyklů by lákalo k využití kalendářních měsíců, ale výhodnější je rozdělení na 13 stejně velkých mezocyklů. Každý z mezocyklů se dělí na 4 mikrocykly, kdy 1 mikrocyklus trvá 1 týden. Takže $13 \times 4 = 52$ což máme přesně rok (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Při plánování zátěže v jenom mezocyklu by měl být brán v potaz poměr zátěže a dostatečného odpočinku pro organismus sportovce. Znamená to, že první tři týdny se zátěž postupně navyšuje, roste objem i intenzita podle zaměření tréninku a čtvrtý týden by měl klesnout na úroveň podobnou zatížení v prvním až druhém týdnu. Tato dosažená úroveň je následně výchozí úrovní pro budoucí mezocyklus (Sekera & Vojtěchovský, 2008; Rieder & Fila, 2006).

Jeden týden obsahuje 7 dní, a to pro sportovce znamená 7 možností pro trénink. Stejně jako u makrocyklů i v jednotlivých tréninkových jednotkách je třeba myslet na dostatečný prostor pro odpočinek a regeneraci. V následující tabulce můžeme vidět příklady rozvržení tréninkových jednotek v jenom týdnu. Je nutné zmínit, že jeden den v týdnu vždy neobsahuje pouze jednu tréninkovou jednotku (Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Tabulka 3. Uspořádání tréninkových jednotek v jenom týdnu (Sekera & Vojtěchovský, 2008, s. 111)

4denní trénink			5denní trénink		
pondělí	volno	volno	pondělí	volno	volno
úterý	trénink	volno	úterý	trénink	volno
středa	volno	trénink	středa	trénink	trénink
čtvrtek	trénink	trénink	čtvrtek	trénink	trénink
pátek	volno	volno	pátek	volno	trénink
sobota	trénink	trénink	sobota	trénink	trénink
neděle	trénink	trénink	neděle	trénink	trénink

Přechodné období

Po předchozím náročném tréninkovém a závodním nasazení je třeba před začátkem následující sezóny kompenzovat a psychicky i fyzicky zregenerovat, aby tělo nastupovalo do budoucí přípravy v plné kondici. Přechodné období trvá zpravidla 2–6 týdnů, závisí na délce přípravného a závodního cyklu. Počet tréninkových jednotek je malý, intenzita a čas trvání se velice snížily, hlavní náplní je všeobecná příprava (Rieder & Fila, 2006; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Přípravné období

Přípravné období je nejdůležitější částí ročního tréninkového cyklu. U vytrvalostních sportů je toto období nejdelší fází ročního cyklu, zaměřená zejména na objem, následně do tréninku proniká v přesně stanoveném poměru intenzita. V této etapě tréninkového cyklu se získává speciální aerobní kapacita (Rieder & Fila, 2006; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Předzávodní období

Toto období se zařazuje 2–4 týdny před závodním obdobím. Pro velkou většinu sportovců je to období intenzit, snižuje se objem tréninku, je vysoká kvalita tréninkového procesu s dostatečným časovým prostorem pro potřebnou regeneraci. Hlavním motivem je silová rychlostní vytrvalost provázená dalším rozvojem speciální krátkodobé síly a rychlosti (Rieder & Fila, 2006; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

Závodní období

Hlavním úkolem je dosažení a udržení co nejvyšší výkonosti. Tréninkovým motivem tohoto období je především soutěžní program. Tréninkové jednotky mezi závody mají spíše podpůrnou formu. Rozhodně by trénink v závodním období neměl být

svým významem dominující nad závodním programem, intenzitou ani objemem. Sportovní formu lze udržet po dobu 2—4 týdnů, proto je vyladění výkonnosti na jeden konkrétní nejdůležitější závod sezóny možné. Po zbytek závodního období by si měl sportovec udržovat vysokou úroveň výkonnosti. I v tomto období se klade velký důraz na dodržení dostatečného prostoru pro regeneraci (Rieder & Fila, 2006; Sekera & Vojtěchovský, 2008).

3.4 Laboratorní testování

Zátěžová diagnostika v oblasti vytrvalostního sportu se zaměřuje na vnitřní energetické procesy jedince. Jedná se především o sledování transportních systémů. Podle výsledků testování může být velmi dobře posouzeno, jak dobrý byl předchozí trénink. Hlavně lze podle zjištěných výsledků velmi efektivně sestavit tréninkový plán na následující období. Zpravidla se pro testování využívá takové zařízení, které je co nejvíce identické se sportovním odvětvím testovaného jedince (Kuhn, Nüsser, Platen, & Vafa, 2005).

Na běhacím koberci dochází během zátěžového testu k zapojení více svalových skupin než při testování na bicyklovém ergometru. Z tohoto důvodu se na běžeckém pásu dosahují lepší výsledky než na bicyklovém ergometru (Jansa et al., 2007).

3.4.1 Wingate test

Tento typ testu řadíme mezi tzv. „all-out“ testy. Výhodou těchto testů je, že umějí stanovit anaerobní výkon i anaerobní kapacitu, což jednorázové testy neumí. Při tomto testu pracuje jedinec s maximálním nasazením. Jeho výkon je zpočátku nejvyšší a na konci nejnižší. Wingate test je nejrozšířenější test, který se používá na bicyklovém ergometru a trvá 30 sekund. Podle dynamiky výkonu se dají posoudit dispozice testovaného. Zda jsou rychlostně-silové, či vytrvalostní. Rychlostní dispozice se projevují výbušným startem a velkou výkonností na počátku testu a výraznějším poklesem v závěru. Vytrvalostní dispozice se projevují méně výbušným startem a menším poklesem výkonu během testu (Jansa et al., 2007; Heller & Vodička, 2018).

Ukazatele Wingate testu

- Maximální výkon-vyjadřuje maximálně vydaný výkon (W).
- Maximální výkon na kilogram-vyjadřuje maximálně vydaný výkon v přepočtu na jeden kilogram (W/kg).

- Maximální výkon za 5 s-vyjadřuje maximálně vydaný výkon během nejlepších 5 s testu (W).
- Maximální výkon za 5 s na kilogram-vyjadřuje maximálně vydaný výkon během nejlepších 5 s testu v přepočtu na jeden kilogram (W/kg).
- Průměrný výkon-vyjadřuje průměrný výkon během celého testu (W).
- Průměrný výkon na kilogram-vyjadřuje průměrný výkon během celého testu v přepočtu na jeden kilogram (W/kg).
- Index únavy (%) – pokles únavy mezi maximálním a minimálním výkonem testu (Bartůňková et al., 2013).

3.4.2 Spiroergometrie

Tento test se používá především u vytrvalostních sportů. Výsledky testu vypovídají o výkonnosti kardiovaskulárního systému a oxidativní kapacitě kosterního svalstva. Hlavními veličinami, které se získávají z tohoto testu, jsou maximální spotřeba kyslíku, srdeční frekvence a množství laktátu v krvi. Samotný test probíhá na cyklistickém nebo běžeckém ergometru a je nastaven tak, že po úvodním zahřátí organismu se testovanému jedinci zvětšuje zátěž až do jeho maxima. Test končí na povel testovaného, který už není schopen zlepšení (Sekera & Vojtěchovský, 2008; Heller & Vodička, 2018).

Vybrané ukazatele spiroergometrického testu

- Maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\max$) – vyjadřuje maximální spotřebu kyslíku (ml/kg/min) (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Dovalil et al., 2009).
- Tepový kyslík (VO_2/HR) – množství kyslíku, které je vypuštěno jedním stahem srdce do oběhu (ml) (podrobněji viz 4.1.1 Kardiovaskulární systém) (Bartůňková et al., 2013).
- Maximální srdeční frekvence ($SF\max$) – maximální dosažená srdeční frekvence během testu (tepy/min.) (podrobněji viz 4.1.1 Kardiovaskulární systém) (Benson & Connolly, 2012).
- Poměr respirační výměny (RER) – vyjadřuje poměr mezi vydaným oxidem uhličitým a přijatým kyslíkem (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Bartůňková et al., 2013).
- Dechový objem (VT) – vyjadřuje množství vzduchu, které jedinec vdechne nebo vydechne jedním dechem (l) (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Dovalil et al., 2009).
- Minutová plicní ventilace ($V'E$) – vyjadřuje množství kyslíku prodýchané plícemi za minutu (l/min) (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Bartůňková et al., 2013).

- Dechová frekvence (BF) – vyjadřuje počet nádechů za minutu (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Bartůňková et al., 2013).
- Vitální kapacita plic (FVC) – udává maximální množství vydechnutého vzduchu po maximálním nádechu (podrobněji viz 4.1.2 Dýchací systém) (Bartůňková, 2010).

3.4.3 Tělesné složení

Nedílnou součástí zátěžové diagnostiky tvoří také měření tělesného složení. Měření provádíme na speciálních přístrojích, my konkrétně na přístroji Tanita BC 418 MA. Klíčovým údajem pro výpočet výsledků je tělesná hmotnost. Před samotným vážením podstoupíme ještě měření tělesné výšky pomocí antropometru. Výsledky vyšetření nám poskytnou informace o procentech tukové a svalové hmoty. Dále je umí rozdělit i na segmenty lidského těla. Množství tuku a svalstva ovlivňuje další hodnotu, kterou je procento vody obsažené v těle testovaného. Větší množství vody bývá u osob s větším podílem svalové hmoty. Poslední údaj, který nám Tanita vypočítá, je podíl váhy a výšky na druhou, tzv. Body Mass Index (BMI). Ukazatel může být často zavádějící, protože sportovci mají zvýšené procento svalové hmoty. Výsledné hodnoty se tak mohou pohybovat lehce nad normálem (Bartůňková et al., 2013).

3.5 Terénní testování

Provádí se pro dokonalejší výsledky fyzických předpokladů sportovců. Kombinace terénních a laboratorních testů dávají dohromady vše potřebné pro následné plánování tréninku. Terénní testy využívají obvykle hodnoty srdeční frekvence a koncentrace laktátu. Lze je snadno porovnávat s výsledky ze spiroergometrického vyšetření. Nejčastěji se provádí kvůli stanovení laktátového anaerobního prahu pomocí testu laktátové křivky (Heller & Vodička, 2018).

3.5.1 Test Laktátové křivky

Laktátová křivka slouží především k přesnému stanovení anaerobního prahu. Při testu měříme koncentraci laktátu v kapilární krvi odebrané ihned po absolvování zhruba tří až šesti minutových úseků stupňované intenzity. Průběžně registrujeme srdeční frekvenci. Samotný test obsahuje šest a více stupňů zatížení. Ze získaných hodnot se poté vytvoří křivka závislosti koncentrace laktátu v závislosti na intenzitě zatížení. Následně se stanovují tréninková pásma, a hlavně bod zlomu, při kterém dochází k prudkému nárůstu kumulace laktátu, tzv. anaerobní práh (ANP) (Jansa et al., 2007).

3.5.2 Cooperův test

Cooperův test je nejstarší a nejznámější test využívaný k zjištění aerobních předpokladů. Jeho tvůrce Dr. Kenneth Cooper, hledal vyšetřením velkého počtu lidí vztah mezi uběhnutou vzdáleností za 12 minut a maximální spotřebou kyslíku ($VO_2\max$). Korelační koeficient v průměru dosahoval $r=0,89$. Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím výsledek je co nejpřesnější rozvržení sil v daném časovém úseku. Absolvování testu vyžaduje vysokou dávku motivace, běžecké dovednosti a zkušenosti. Hlavní problém Cooperova testu se projevuje u sportovců, kteří nejsou výrazně běžecky trénovaní (plavci, cyklisté). U takto zaměřených sportovců často bývá výsledek testu pouze odrazem běžeckých schopností, a nikoliv jejich aktuální úrovně $VO_2\max$ (Heller & Vodička, 2018).

4 Projekt experimentu, jeho organizace a průběh

4.1 Organizační a přístrojové zabezpečení experimentu

4.1.1 *Tanita BC 418 MA*

Tanita je chytrý laboratorní přístroj, který měří za pomoci 8 snímacích katod umístěných ve spodní platformě a ručních madlech. Během krátkého časového úseku je tento přístroj schopen ukázat velký počet naměřených hodnot najednou (celková hmotnost, BMI, hmotnost svalové tkáně, celková tělesná voda, bazální metabolismus, hmotnost tělesného tuku, % tělesného tuku, viscerální tuk, rozmezí zdravého tělesného tuku, hmotnost bez tuku, svalová hmota, hmotnost kostní hmoty, kostní minerální hmotnost). Přístroj zvládá měřit a následně odlišit i svalovou hmotu na jednotlivých končetinách a trupu zvlášť. Komunikuje se softwarem Gmon PRO, který umožňuje další zpracování a zobrazení naměřených dat (Fitham, 2020).



Obrázek 6. Tanita BC 418 MA

4.1.2 *Cortex MetaControl 3000*

Jde o speciálně sestavený komplet, který bezproblémově zajišťuje dokonalou komunikaci s dalšími přístroji a čidly. Tato sestava byla navržena výrobcem přímo pro spiroergometrický systém. Systém, který je zde využit, disponuje velice intuitivním ovládáním, které dokáže ovládat každý. Veškerá periferní zařízení jsou kompatibilně spojena s vysoce výkonným počítačem a celá sestava je usazena na pojízdný vozík, jehož

součástí jsou v horní části dva monitory pro zobrazení spirometrických a ergometrických parametrů spolu s EKG křivkou (Compek, 2010).



Obrázek 7. Cortex MetaControl 3000

4.1.3 Cortex Metalyzer 3B

Přenosný spiroergometrický systém s vysokou přesností se využívá nejen v zátěžových laboratořích či u sportovních lékařů, ale také při kompletním lékařském vyšetření plic v klidu i při zátěži. Záznam hodnot z testu je možné zobrazit v počítačovém programu MetaSoft Studio (Cortex, 2020).



Obrázek 8. Cortex Metalyzer 3B

4.1.4 Ergometr LODE Excaliburum Sport

Tento ergometr je pro svou ověřenou přesnost a spolehlivost právem nazýván „zlatý standart v ergometrii“. Splňuje veškeré nejnovější parametry moderní medicíny a výzkumu. Testování sportovců i jejich výkonost stále roste, a proto byl vyvinut tento ergometr s maximální zátěží až 2500 Wattů. Umožňuje neskutečné možnosti v nastavení posedu jezdce, lze nastavit sedlo a také řídítka oboje v horizontálním i vertikálním směru, navíc lze nastavovat i úhel sklonu sedla to vše podtrhuje příjemný design. Přímou

před zraky testovaného jezdce se nachází digitální ukazatel aktuálních otáček šlapání (Compek, 2010).



Obrázek 9. Ergometr LODE Excalibur Sport

4.1.5 Hrudní pás a spiroergometrická maska

Hrudní pás od značky Polar zabezpečuje přesné měření tepové frekvence a pomocí bezdrátové technologie Bluetooth přenáší informace přímo do počítače nebo na mobilní telefon či chytré hodinky (Polar, 2020).



Obrázek 10. Hrudní pás Polar

4.2 Charakteristika souboru

Náš výzkumný soubor tvoří 16 probandů, 8 cyklistů a 8 běžců na lyžích, studujících sportovní gymnázium ve Vimperku. Věkový průměr při provádění testování byl $16,31 \pm 0,98$ let, hmotnost $67,90 \pm 6,43$ kg a výška $180,90 \pm 6,42$ cm. Všichni probandi jsou mužského pohlaví. Tréninkové plány se dost prolínaly, přestože se jedná o individuální sport, tráví hodně času na tréninku společně. Celý rok mají jeden den v týdnu úplné volno, většinou v pondělí, dva dny v týdnu obsahují dvě tréninkové fáze. Následující den po dni s dvěma fázemi zahrnuje většinou časově delší trénink v nižší intenzitě. Jeden den tráví trénink v posilovně a doplňkovou činností, zpravidla plaváním. V tréninkovém období se hodně pracuje s přípravou na konkrétní závod, který bývá zpravidla o víkendu. Dva dny před závodem bývá volno, den před závodem rozjetí, zpravidla na trati závodu, den po závodě volné vyjetí a trénink v dalších dnech se odvíjí podle termínu konání příštího závodu.

4.3 Sběr dat

Sběr dat pro tuto práci spočíval ve změření probandů zastávajících rozdílnou sportovní disciplínu MTB horskou cyklistiku a běžecké lyžování. Všichni probandi absolvovali stejné měření v zátěžové laboratoři na katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích. Měření probíhalo u obou skupin v přípravném období, což znamená u cyklistů v prosinci a u lyžařů v květnu. Bylo potřebné zajistit stejný stav fyzické únavy, proto jsme se snažili nastavit tréninkový plán před testy. Probandi byli otestováni vždy v jeden den, nejprve za využití standardizovaného Wingate testu a následně s minimálním časovým odstupem 5 hodin, byl využit taktéž standardizovaný protokol testu $VO_2\max$. Absolvování obou testů v jednom dni bylo zvoleno kvůli časovým možnostem laboratoře, kvůli možnosti dopravy probandů z Vimperka do Českých Budějovic a také s ohledem na narušení tréninkového plánu.

Již před samotným testováním proběhla domluva s trenéry na časových možnostech, na dopravě, a především na nastavení tréninkového režimu. Vysvětlení podmínek a průběhu testů bylo snadné, jelikož trenéři tyto testy dobře znají a probandi jsou jimi několikrát ročně testováni. Každý svěřenec tak absolvoval oba dva testy Wingate test i Spiroergometrii v jeden den s minimálním odstupem 5 hodin. Stanovená časová prodleva byla zvolena s ohledem na ovlivnění průběhu druhého testu tentýž den a také s ohledem na časové možnosti laboratoře. Časová náročnost pro jednoho testovaného včetně vstupního vážení a měření byla 30 minut Wingate test a maximálně 30 minut spiroergometrie. S ohledem na složitější dopravu studentů z Vimperského gymnázia probíhala organizace skupinově. Skupinovou organizaci jsme využili k lepšímu časovému zvládnutí, zatímco jeden probíhající test se blížil ke konci, což znamená fáze vyjetí, ve které již není možné ovlivnit výsledky testu, další proband podstupoval vstupní měření a vážení. Při měření cyklistů i lyžařů bylo dodrženo stejných zásad a metodiky.

Průběh testování probíhal následovně. Po příchodu testovaného jedince do laboratoře následovalo vyplnění elektronického protokolu. Tento protokol obsahuje jméno, příjmení, datum narození, hmotnost, výšku postavy. Výšku postavy jsme měřili na manuálním antropometrickém výškoměru. Probandi byli požádáni o sejmutí obuvi, ponožek a svlečení do spodního prádla. Proběhlo měření, u kterého jsme dbali na vzpřímení postavy a odečtenou hodnotu v milimetrech jsme následně doplnili do elektronického protokolu.

Dalším krokem bylo měření tělesné hmotnosti, na které bylo využito přístroje Tanita BC 418 MA. Měřený jedinec stále ve spodním prádle po vyzvání vstoupil na vyznačené plošky a následně za několika sekundách po zvukovém signálu uchopí do obou rukou madla. Dalším zvukovým signálem je signalizováno, že madla může odložit a sestoupit z přístroje. Veškeré hodnoty jsou automaticky uloženy v přehledném protokolu pro následné využití.

Poté se testovaný oblékl do sportovního oděvu a nasadil si hrudní pás pro měření srdeční aktivity. Ještě před samotným začátkem proběhlo vysvětlení a upřesnění průběhu testu a zodpovězení případných dotazů. U spiroergometrického testu ještě následovalo domluvení gesta rukou pro ukončení testu a nasazení masky.

Wingate test by se dal rozdělit na tři fáze. Úvodní a zároveň první fází Wingate testu je 5minutové rozjetí pro zahřátí svalstva s minimální wattovou zátěží a 60 otáčkami za minutu. Frekvence se zobrazuje na displeji přístroje. Dále ve fázi rozjetí jsou dva co nejrychlejší nástupy z 60 otáček za minutu na 120 otáček za minutu, při kterých testovaný nesměl vstát ze sedla. Po druhém nástupu připomeneme průběh startování testu. Posledních 10 sekund před startem druhé fáze provádíme hlasitý odpočet. Během této doby musí testovaná osoba zvýšit otáčky na hodnotu mezi 110—115 za minutu a na povel start se zahájí druhá hlavní fáze. Celou druhou fází, která trvá 30 sekund, jede testovaná osoba naplno. Po ukončení výkonu přístroj automaticky sníží wattovou zátěž. Následuje třetí a poslední fáze testu, tzv. vyjetí trvajícím 2 minuty, kterým již nelze ovlivnit dosažený výkon.

Test zátěžové spiroergometrie se stejně jako u předchozího testu zahájí nasazením hrudního pásu pro měření srdeční činnosti. Následuje usednutí na ergometr a nastavení posedu. Je možné nastavovat sedlo (dopředu, dozadu, nahoru, dolů a lze i měnit úhel sklonu). Dále podle libosti nastavíme řídítka, která jsou nastavitelná ve čtyřech směrech (dopředu, dozadu, nahoru a dolů). Ve chvíli, kdy je vše nastaveno ke spokojenosti probanda, nasazujeme anatomickou masku a zdůrazníme, že během testu nesmí mluvit, aby neovlivnil výsledky. Na ukazováček levé ruky je vsunut pulsní oxymetr, který je součástí bicyklového ergometru.

Před zahájením samotného testu následuje měření vitální kapacity plic (FVC). Provádí se v napřímené poloze v sedu na ergometru, každý testovaný má dva pokusy a ten lepší se ukládá do výstupního protokolu.

Následuje dvouminutové rozjetí se zátěží 25 wattů při rychlosti cca 100 otáček za minutu. Následuje fáze stupňované zátěže do maxima, vyčerpání. Startovací hodnota zátěže v protokolu je stanovena na 120 wattech nicméně je třeba tuto hodnotu měnit individuálně. V případě, že testovaná osoba již tento test absolvovala v této laboratoři, lze podle minulých výsledků přesněji nastavit počáteční zátěž a v průběhu testu nebudeme téměř muset ručně zasahovat. Pakliže je osoba testována poprvé, je počáteční zátěž nastavena podle odezvy organismu při rozjetí a dále ručně upravována v průběhu testu, tak aby zátěž po celou dobu testu pouze stoupala. Průběh protokolu je standardizován a automaticky každou minutu navyšuje zátěž o 20 wattů. Po celou dobu testu je potřeba držet 98—102 otáček za minutu.

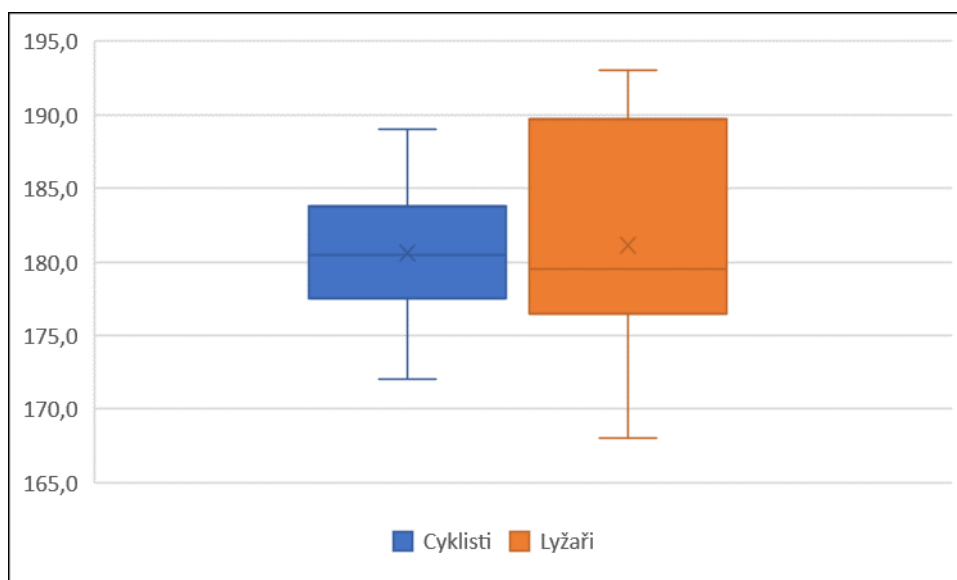
Již výše zmíněný signál mávnutí rukou, který je domluven před zahájením testu. Tento signál znamená blížící se konec sil v následujících cca 30 sekundách. Při druhém mávnutí ihned ukončíme test a spouštíme fázi vyjetí, které trvá 3 minuty se zátěží 25 wattů na rychlosti 60 otáček za minutu. Tento proces již nemění dosažené výsledky.

5 Výsledky

5.1 Tanita

5.1.1 Výsledky tělesné výšky

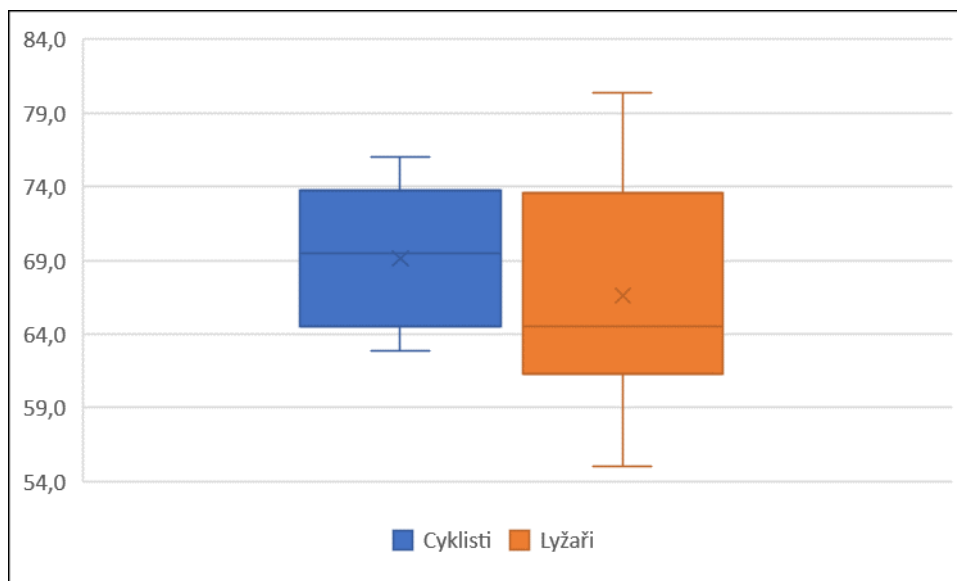
Obrázek číslo 11 představuje tělesnou výšku naměřenou u cyklistů a lyžařů udávanou v centimetrech. Můžeme zde vidět, že průměrná hodnota výšky cyklistů je 180,625 cm a u lyžařů 181,125 cm. Rozdíl průměrných výšek je 0,5 cm. Nejvyšší vzrůst u cyklistů je 189,0 cm a nejnižší 172,0 cm, rozdíl mezi největším a nejmenším cyklistou je 17,0 cm. Nevyšší vzrůst u lyžařů je 193,0 cm a nejnižší 168,0 cm, rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším lyžařem je 25,0 cm. Rozptyl výšek cyklistů je o 8,0 cm menší než u lyžařů. Grafy ukazují, že skupina cyklistů je celkově nižší i rozsah celé skupiny je menší, naopak lyžaři dosahují většího průměrného vzrůstu a celkový rozsah skupiny je větší.



Obrázek 11. Graf výšky [cm]

5.1.2 Výsledky tělesné hmotnosti

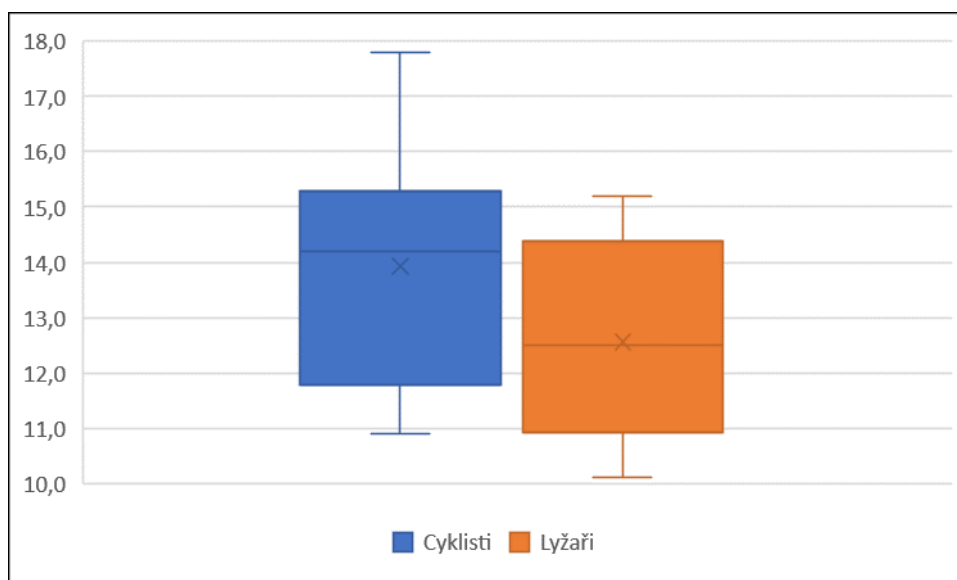
Naměřené hodnoty tělesné hmotnosti, udávané v kilogramech znázorňuje obrázek 12. Průměrná hmotnost cyklistů je 69,1 kg a lyžařů 66,6 kg, rozdíl průměrných hmotností je 2,5 kg. Nejvyšší hmotnost cyklisty byla 76 kg a u lyžaře 80,4 kg. Nejnižší hmotnost lyžaře byla 55 kg a cyklisty 60,9 kg.



Obrázek 12. Graf tělesné hmotnosti [kg]

5.1.3 Výsledky tělesného tuku

Obrázek číslo 13 ukazuje procento naměřeného tělesného tuku. Průměrná hodnota tělesného tuku cyklistů je 13,9 % a lyžařů 12,6 %, rozdíl průměrných hodnot je 1,4 %. Nejvyšším procentem tělesného tuku disponoval cyklista s hodnotou 17,8 % a nejvyšší procento tuku mezi lyžaři bylo 15,2 %. Rozdíl hodnot tělesného tuku mezi cyklisty a lyžaři byl věcně významný se středním efektem ($d=0,712$) a statisticky nevýznamný ($p=0,279$).

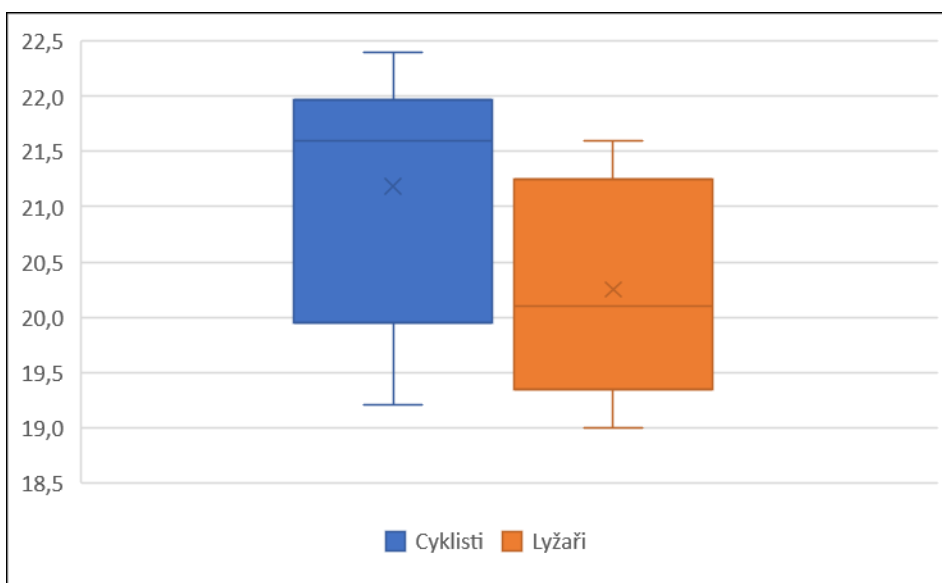


Obrázek 13. Graf tělesného tuku [%]

5.1.4 Výsledky BMI

Obrázek číslo 14 ukazuje hodnoty BMI. Hodnoty cyklistů byly v rozsahu 19,2 kg/m² – 22,4 kg/m², lyžaři se pohybovali v rozsahu BMI 19,0 kg/m² – 21,6 kg/m².

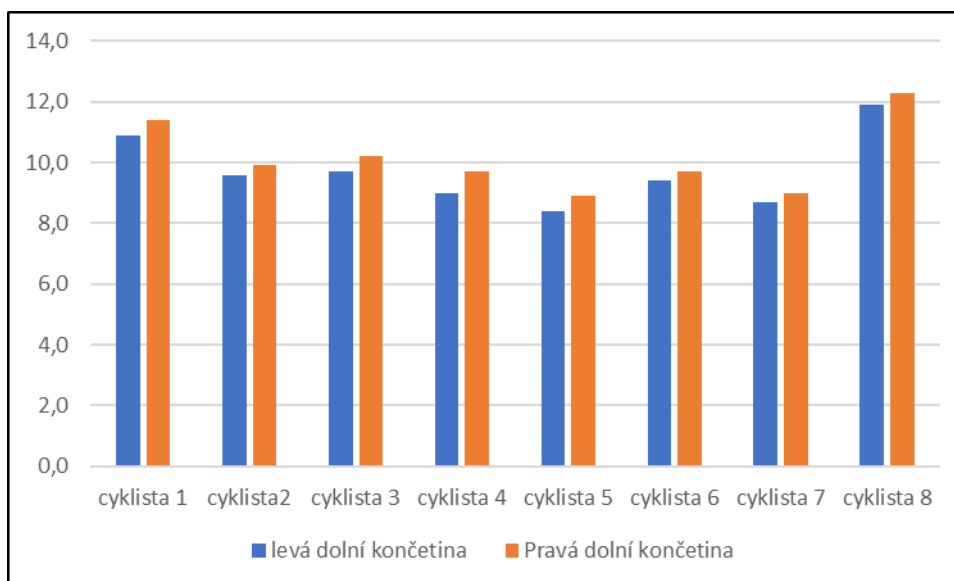
Průměrné hodnoty BMI byly vyšší u cyklistů 21,1 kg/m², u lyžařů byly 20,3 kg/m². Nejvyšší hodnotu BMI jsme naměřili u cyklisty 22,4 kg/m² a nejvyšší u lyžaře byla o 0,8 kg/m² nižší, tudíž nejvyšší hodnota BMI lyžaře byla 21,6 4 kg/m². Nejnižší hodnota BMI byla naměřena u lyžaře 19,0 kg/m² a o pouhé 0,2 kg/m² více byla nejnižší hodnota naměřená u cyklisty 19,2 kg/m². Rozdíl hodnot BMI u cyklistů a lyžařů byl věcně významný s velkým efektem ($d=0,922$) a statisticky nevýznamný ($p=0,083$).



Obrázek 14. Graf BMI

5.1.5 Výsledky svalové hmoty na dolních končetinách cyklistů

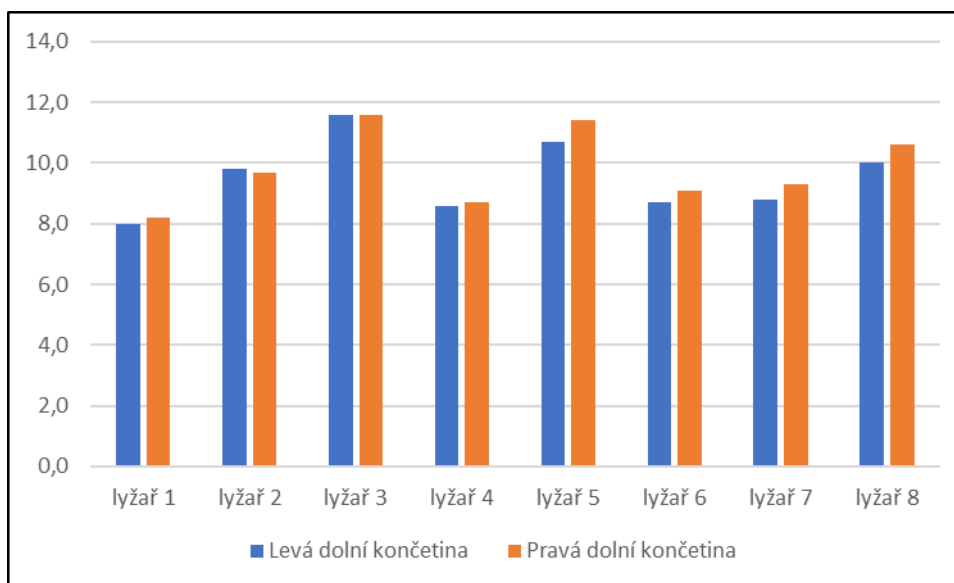
Obrázek číslo 15 znázorňuje graf hmotnosti svalů v kilogramech na levé a pravé dolní končetině u každého cyklisty zvlášť. U všech měřených cyklistů bylo naměřeno na pravé dolní končetině více svalové hmoty než na levé. Rozdíl svalové hmoty byl od 0,3—0,7 kg. Největší rozdíl, kterého dosáhl jeden z cyklistů, byl 0,7 kg.



Obrázek 15. Graf svalové hmoty na dolních končetinách cyklistů

5.1.6 Výsledky svalové hmoty na dolních končetinách lyžařů

Obrázek číslo 16 znázorňuje graf hmotnost svalů v kilogramech na levé a pravé dolní končetině u každého lyžaře zvlášť. Kromě dvou probandů měli také více svalové hmoty na pravé dolní končetině. Pouze jediný proband z testovaných měl rozdíl svalové hmoty 0 kg. Další proband jako jediný měl více svalové hmoty na levé dolní končetině o 0,1 kg. Největší rozdíl svalové hmoty na dolních končetinách u lyžařů bylo 0,7 kg stejně jako největší rozdíl u cyklistů.

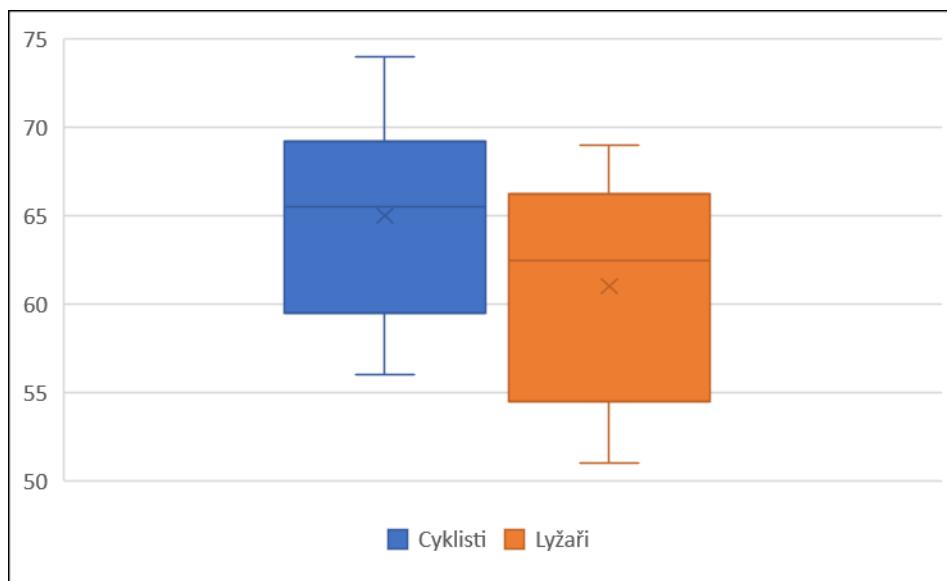


Obrázek 16. Graf svalové hmoty na dolních končetinách lyžařů

5.2 Spiroergometrie

5.2.1 Výsledky VO_2max

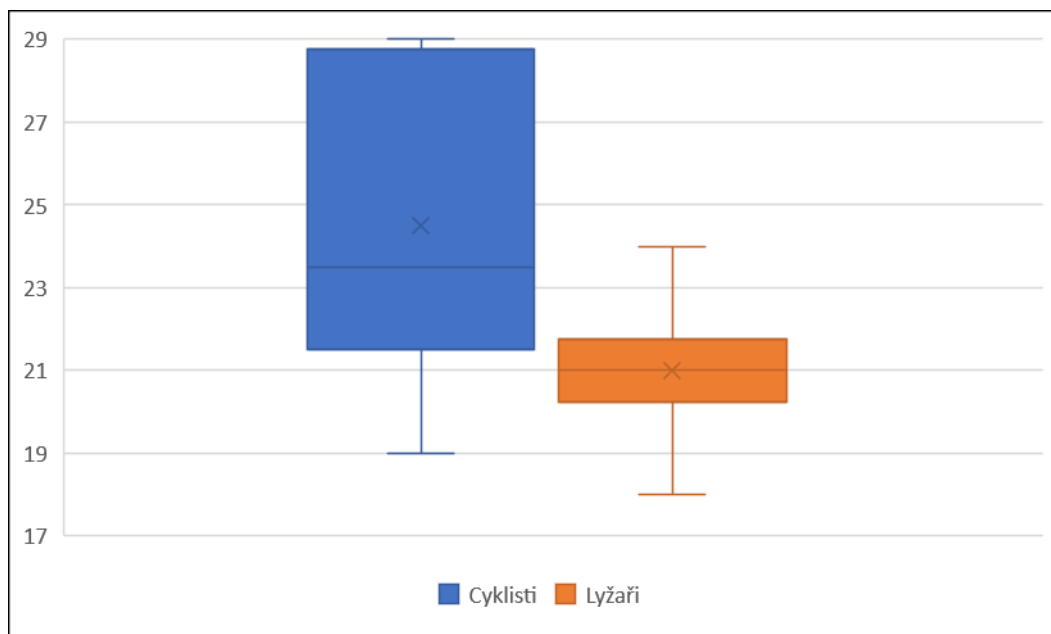
Obrázek číslo 17 znázorňuje hodnoty VO_2 při vrcholu. Průměrná hodnota u cyklistů byla 65 ml/min/kg. Průměrná hodnota u lyžařů byla 61 ml/min/kg, což je o 4 ml/min/kg nižší průměrná hodnota. Rozdíl mezi nejlepším a nejhorším výsledkem u lyžařů a nejlepším a nejhorším výsledkem cyklistů vyšel u obou skupin sportovců přesně 18 ml/min/kg, přestože cyklisté dosahovali vyšší průměrné i maximální hodnoty u jednotlivých probandů. Nejvyšší výsledek naměřený u cyklistů byl 74 ml/min/kg a nejnižší hodnota neměřená u cyklistů byla 56 ml/min/kg. Nejvyšší naměřená hodnota u lyžaře byla 59 ml/min/kg a nejnižší 51 ml/min/kg. Rozdíl hodnot VO_2max u cyklistů a lyžařů je věcně významný se středním efektem ($d=0,699$) a statisticky nevýznamné ($p=0,234$).



Obrázek 17. Graf VO₂ při vrcholu [ml/min/kg]

5.2.2 Výsledky VO₂/HR

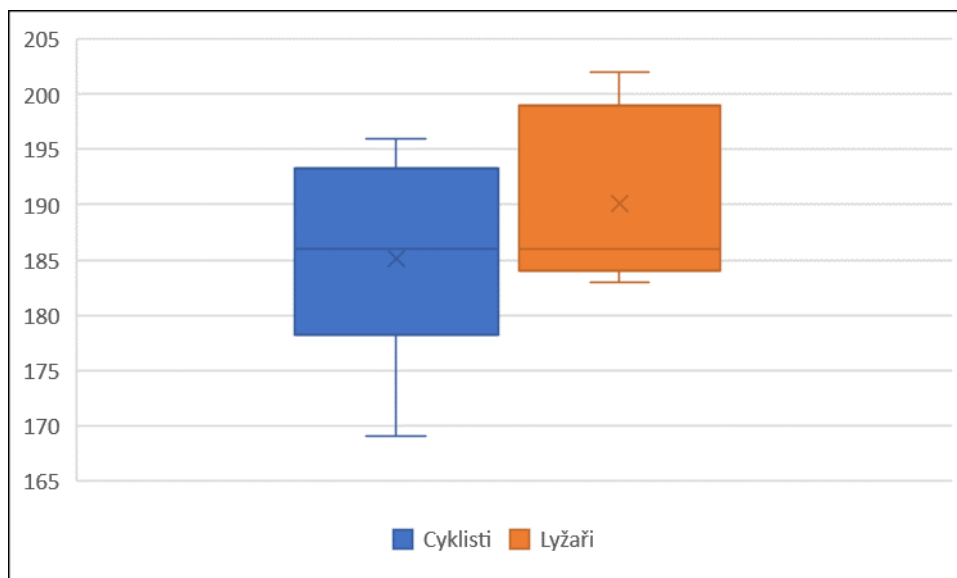
Obrázek číslo 18 znázorňuje VO₂/HR při vrcholu udávané v mililitrech. Již první pohled jasně ukazuje, že skupina lyžařů dosahovala nižších, ale vyrovnanějších výsledků, tudíž rozptyl vybrané skupiny lyžařů byl pouze v rozsahu 6,0 ml, oproti tomu cyklisté dosahovali celkově vyšších hodnot, přestože rozptyl skupiny cyklistů byl 10,0 ml. Průměrná hodnota cyklistů byla 24,5 ml, nejvyšší hodnota naměřená u cyklisty byla 29,0 ml a nejnižší hodnota u cyklisty byla 19,0 ml. Průměrná hodnota u lyžařů byla 21,0 ml, nejvyšší hodnota naměřená u lyžaře byla 24,0 ml a nejnižší hodnota u lyžaře byla 18,0 ml. Rozdíl hodnot mezi nejlepším výsledkem cyklisty a nejlepším výsledkem lyžaře byl 5,0 ml. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami obou skupin bylo 3,5 ml a rozdíl mezi nejnižší naměřenou hodnotou cyklisty a nejnižší hodnotou lyžaře byl 1,0 ml.



Obrázek 18. Graf VO2 / HR při vrcholu [ml]

5.2.3 Výsledky TF

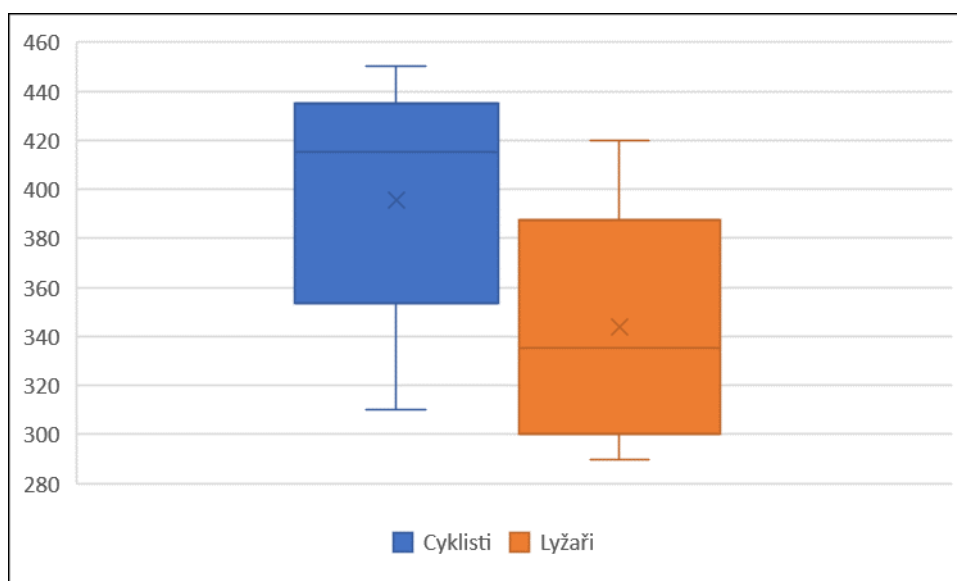
Obrázek číslo 19 znázorňuje TF při vrcholu. Na první pohled je jasně patrné, že lyžaři dosáhli vyšších hodnot než cyklisté a rozptyl skupiny byl menší u lyžařů. Průměrná hodnota dosažená skupinou cyklistů byla 185,125 tepů/min, což je o 5 tepů/min nižší než u lyžařů, kteří dosáhli průměrné hodnoty 190,125 tepů/min. Nejvyšší hodnota ve vybrané skupině cyklistů byla 196 tepů/min a nejnižší 169 tepů/min. Lyžaři dosáhli nevyššího výsledku hodnotou 202 tepů/min a nejnižšího 183 tepů/min. Rozdíl mezi nejvyšší hodnotou cyklisty a lyžaře byl 6 tepů/min ve prospěch lyžaře a rozdíl mezi nejnižší hodnotou cyklisty a lyžaře byl 14 tepů/min opět ve prospěch lyžaře. Rozdíl hodnot maximální tepové frekvence u cyklistů a lyžařů je věcně významný s malým efektem ($d=0,445$) a statisticky nevýznamný ($p=0,382$).



Obrázek 19. Graf tepové frekvence při vrcholu

5.2.4 Výsledky WR

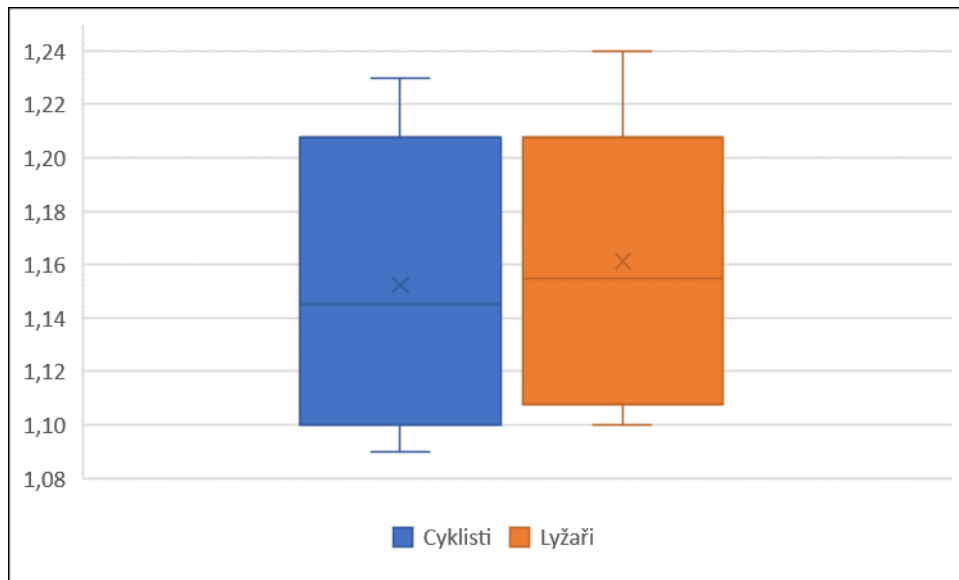
Obrázek číslo 20 znázorňuje WR při vrcholu a tato hodnota se udává ve wattch. Z grafu je patrné, že cyklisté při testu zvládali průměrně vyšší zátěž než lyžaři. Průměrná hodnota u skupiny cyklistů byla 395,63 W, u lyžařů průměrná hodnota byla 343,75 W. Skupina lyžařů dosáhla o 51,875 W nižší průměrné hodnoty než cyklisté. Nejvyšší hodnoty 450,0 W dosáhl cyklista a o 30,0 W nižší hodnoty dosáhl lyžař s nejvyšší hodnotou 420,0 W. Nejnižší hodnoty dosáhl cyklista 310,0 W a nejnižší hodnoty 290,0 W dosáhl lyžař, hodnota byla o 20,0 W nižší. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u cyklistů bylo 140,0 W, zatímco rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u lyžařů bylo 130,0 W. Rozdíl WR mezi cyklisty a lyžaři byl věcně významný s velkým efektem ($d=1,124$) a statisticky významný ($p=0,0499$).



Obrázek 20. Graf výkonu při vrcholu [W]

5.2.5 Výsledky RER

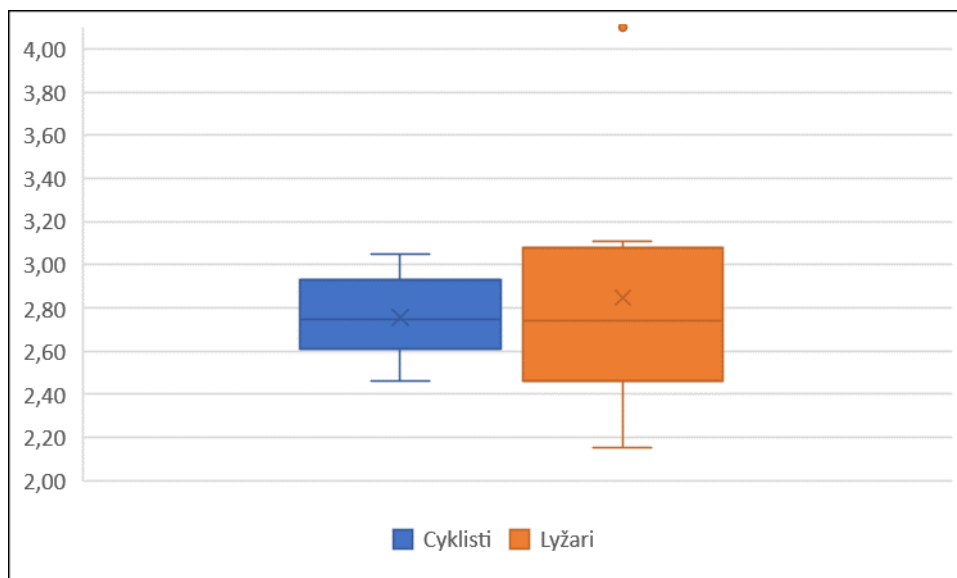
Obrázek číslo 21 znázorňuje poměr respirační výměny (RER). Průměrná hodnota 1,153 u cyklistů byla nižší než u lyžařů 1,161. Rozptyl 0,14 mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u cyklistů byl stejný jako rozptyl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u lyžařů. Nejvyšší hodnota naměřená u cyklisty byla 1,23 a u lyžaře byla nejvyšší hodnota neměřena 1,24. Nejnižší hodnota u cyklisty byla 1,09 a nejnižší hodnota u lyžaře 1,1.



Obrázek 21. Graf respirační výměny

5.2.6 Výsledky VT při VO_2max

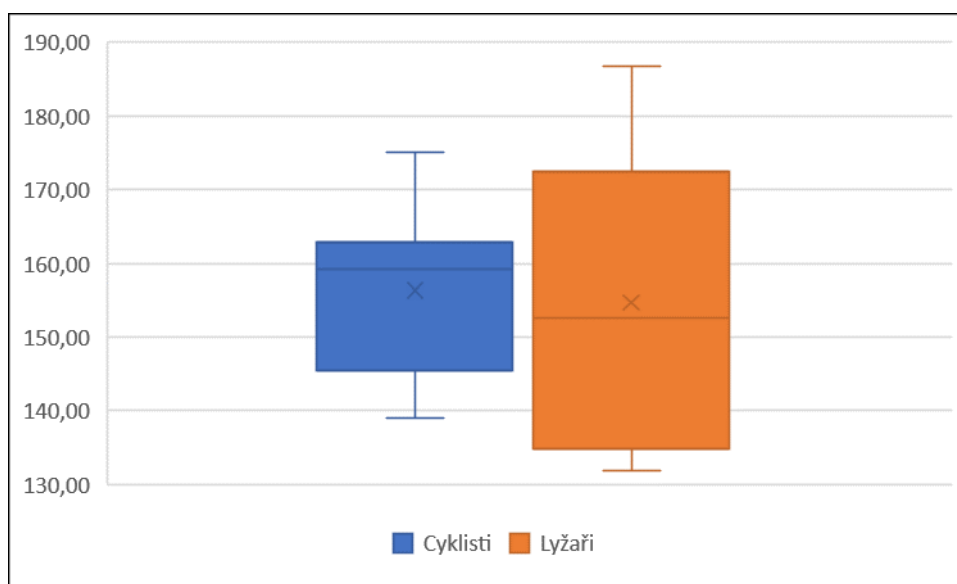
Obrázek číslo 22 znázorňuje dechový objem při VO_2max . Graf ukazuje, že cyklisté oproti lyžařům dosáhli menšího rozptylu. Průměrné hodnoty 2,76 l dosáhli cyklisté a o 0,09 l vyšší průměrné hodnoty dosáhli při měření lyžaři hodnotou 2,85 l. Nejvyšší hodnotu 4,1 l dosáhl jeden z lyžařů. Nejnižší hodnota u lyžařů byla naměřena 2,15 l. Nejvyšší hodnota dosažená při měření cyklistů byla 3,05 l a byla o 1,05 l nižší než u lyžařů. Nejnižší hodnota u cyklistů byla 2,46 l a byla o 0,31 l vyšší než nejnižší hodnota naměřená u lyžařů.



Obrázek 22. Graf Dechového objemu při VO₂max

5.2.7 Výsledky V'E

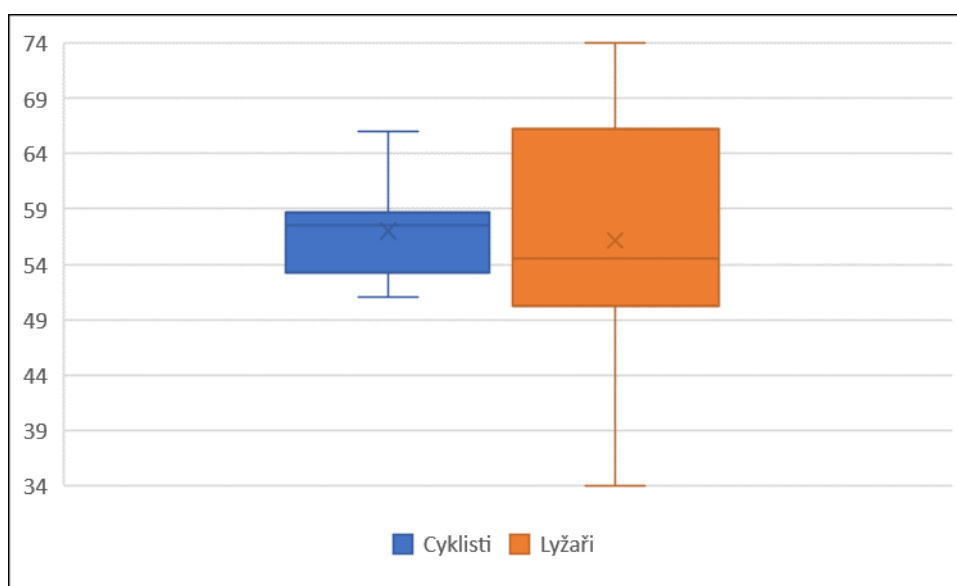
Obrázek číslo 23 znázorňuje minutovou ventilaci udávanou v litrech za minutu. Hodnoty naměřené u cyklistů měly menší rozptyl než hodnoty naměřené u lyžařů. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u cyklistů činil 36,1 l/min a rozdíl u lyžařů činil 55 l/min. Průměrná hodnota skupiny cyklistů byla 156,35 l/min a průměrná hodnota skupiny lyžařů 154,71 l/min. Rozdíl průměrných hodnot tvořil 1,63 l/min ve prospěch cyklistů. Nejvyšší naměřená hodnota u cyklisty 175,1 l/min byla o 11,7 l/min nižší než nejvyšší hodnota lyžaře 186,8 l/min. Nejnižší minutová ventilace u cyklistů byla 139 l/min, nejnižší minutová ventilace u lyžařů 131,8 l/min. Rozdíl nejnižších hodnot byl 7,2 l/min.



Obrázek 23. Graf minutové ventilace [l / min]

5.2.8 Výsledky BF

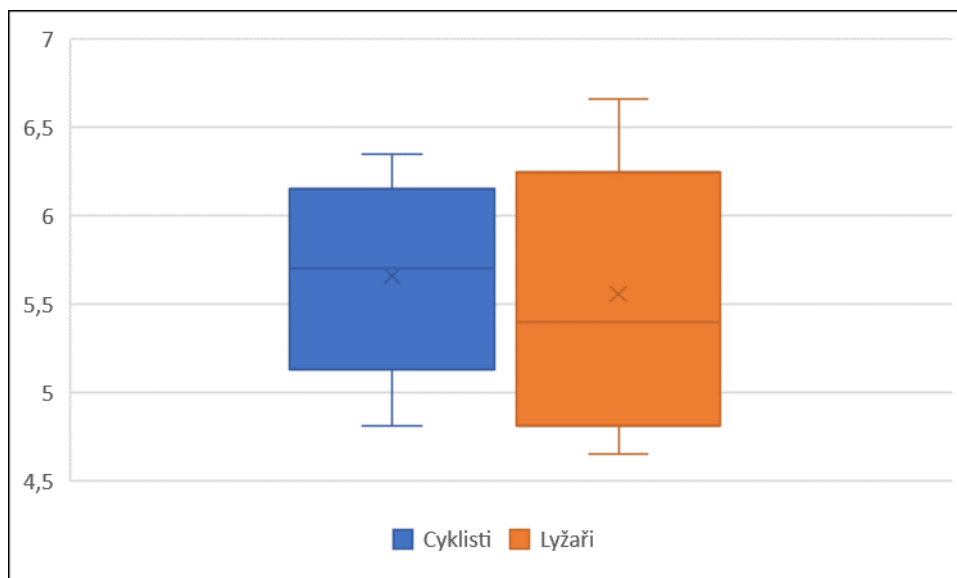
Obrázek číslo 24 znázorňuje dechovou frekvenci za minutu. Grafy ukazují, že cyklisté dosahovali menšího rozptylu. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou naměřenou u cyklistů bylo 15 nádechů/min a rozdíl mezi neměřenou nejvyšší a nejnižší hodnotou u lyžařů bylo 40 nádechů/min. Vyšší průměrné hodnoty dosáhli cyklisté 57 nádechů/min a o 0,875 nádechů/min nižší průměrné hodnoty dosáhli lyžaři hodnotou 56,125 nádechů/min. Nejvyšší naměřená dechová frekvence u cyklistů byla 66 nádechů/min a to je o 8 nádechů/min nižší než u nejvyšší hodnoty naměřené u lyžařů 74 nádechů/min. Nejnižší hodnota naměřená u cyklistů byla 51 nádechů/min a o 17 nádechů/min nižší hodnota naměřená u lyžařů 34 nádechů/min.



Obrázek 24. Graf dechové frekvence za minutu

5.2.9 Výsledky FVC

Obrázek číslo 25 znázorňuje vitální kapacitu plic udávanou v litrech. Menšího rozptylu hodnot dosáhli cyklisté. Rozdíl největší a nejmenší vitální kapacity plic naměřené u cyklistů byl 1,54 l. Rozdíl největší a nejmenší vitální kapacity plic naměřené u lyžařů byl 2,01 l. Vyšší průměrné hodnoty dosáhli cyklisté hodnotou 5,66 l. Lyžaři dosáhli průměrné hodnoty 5,56 l. Rozdíl průměrných hodnot byl 0,1 l. Největší vitální kapacita plic naměřená u cyklistů byla 6,35 l, u lyžařů 6,66 l, tudíž byla větší o 0,31 l. Nejmenší naměřená vitální kapacita plic u cyklistů byla 4,81 l u lyžařů 4,65 l, byla menší o 0,16 l. Rozdíl vitální kapacity plic mezi cyklisty a lyžaři byl věcně významný s menším než malým efektem ($d=0,084$) a statisticky nevýznamný ($p=0,878$).

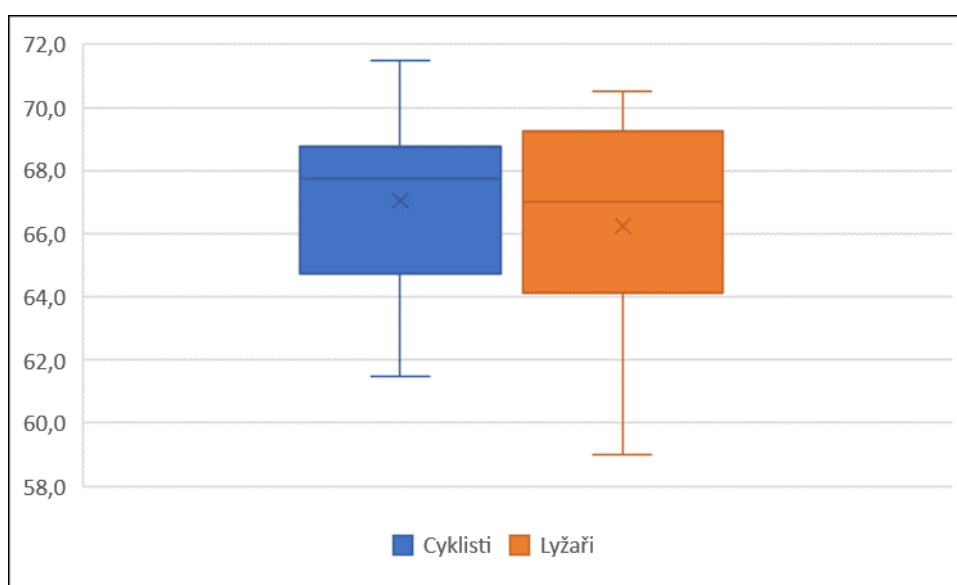


Obrázek 25. Graf vitální kapacity plic [l]

5.3 Wingate test

5.3.1 Výsledky otáček za 30 s

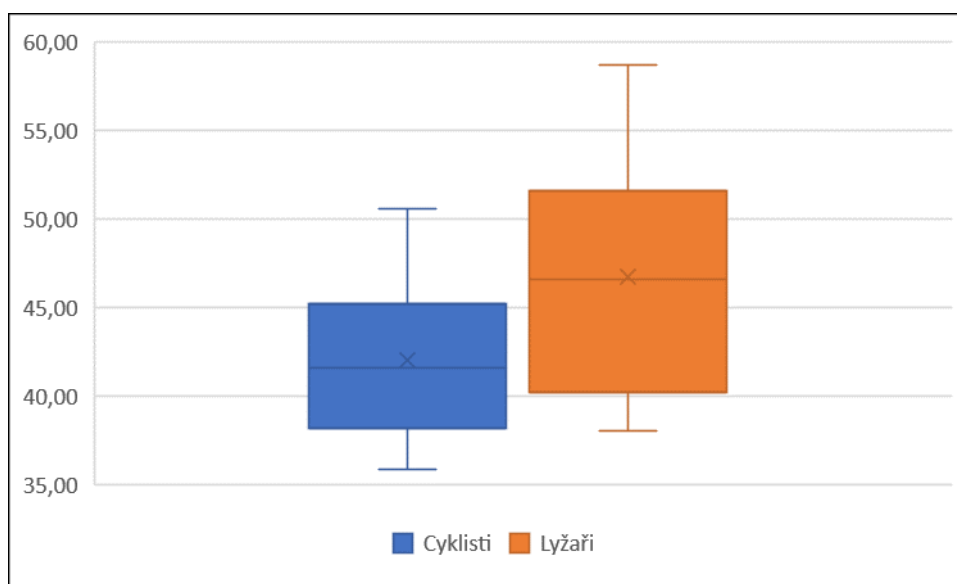
Obrázek číslo 26 znázorňuje počet otáček za 30 sekund. Menšího rozptylu hodnot dosáhli cyklisté. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u cyklistů byl 10 otáček. Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u lyžařů byl 11,5 otáček. Větší průměrné hodnoty dosáhli cyklisté s výkonem 67,06 otáčky za 30 s, o 0,81 otáčky za 30 s méně dosáhli lyžaři s průměrnou hodnotou 66,25 otáček za 30 s. Nejvyšší hodnota cyklistů 71,5 otáčky za 30 s byla o 1,0 otáčky za 30 s více než nejvyšší hodnota u lyžařů 70,5 otáčky za 30 s. Nejnižší naměřená hodnota u cyklistů byla 61,5 otáček za 30 s a o 2,5 otáčky za 30 s nižší hodnota u lyžařů 59 otáček za 30 s.



Obrázek 26. Graf počet otáček za 30 sekund

5.3.2 Výsledky rychlosti únavy

Obrázek číslo 27 znázorňuje rychlost únavy udávanou v procentech. Menšího rozptylu hodnot dosáhli cyklisté. Rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou rychlosti únavy u cyklistů bylo 14,73 % a u lyžařů 20,73 %. Průměrná hodnota cyklistů byla 42,03 % a byla nižší o 4,72 % než průměrná hodnota u lyžařů 46,75 %. Nejvyšší rychlost únavy naměřená u cyklistů byla 50,59 % a o 8,15 % vyšší hodnoty dosáhli lyžaři 58,74 %. Nejnižší rychlosti únavy u cyklistů 35,86 % a o 2,15 % více u lyžařů 38,01 %. Rozdíl rychlosti únavy u cyklistů a lyžařů byl věcně významný se středním efektem ($d=0,715$) a statisticky nevýznamný ($p=0,279$).



Obrázek 27. Graf rychlosti únavy [%]

5.3.3 Výsledky max výkonu, max 5 s výkonu, průměrného výkonu

Obrázek číslo 28 znázorňuje maximální výkon za 5 sekund udávaný ve $\frac{Watttech}{Hmotnost}$, maximální výkon udávaný ve $\frac{Watttech}{Hmotnost}$, průměrný výkon udávaný ve $\frac{Watttech}{Hmotnost}$.

Maximální 5 s výkon:

U maximálního 5s výkonu se rozsah hodnot pohyboval téměř stejně, cyklisté 2,61 W/kg a lyžaři 2,6 W/kg. Průměrná hodnota 10,81 W/kg byla změřena u cyklistů a 11,04 W/kg u lyžařů. Nejvyšší maximální 5s výkon dosažený cyklistou byl 12,07 W/kg a 12,39 W/kg lyžařem. Nejnižší maximální 5s výkon byl 9,46 W/kg dosažený cyklistou a 9,79 W/kg lyžařem.

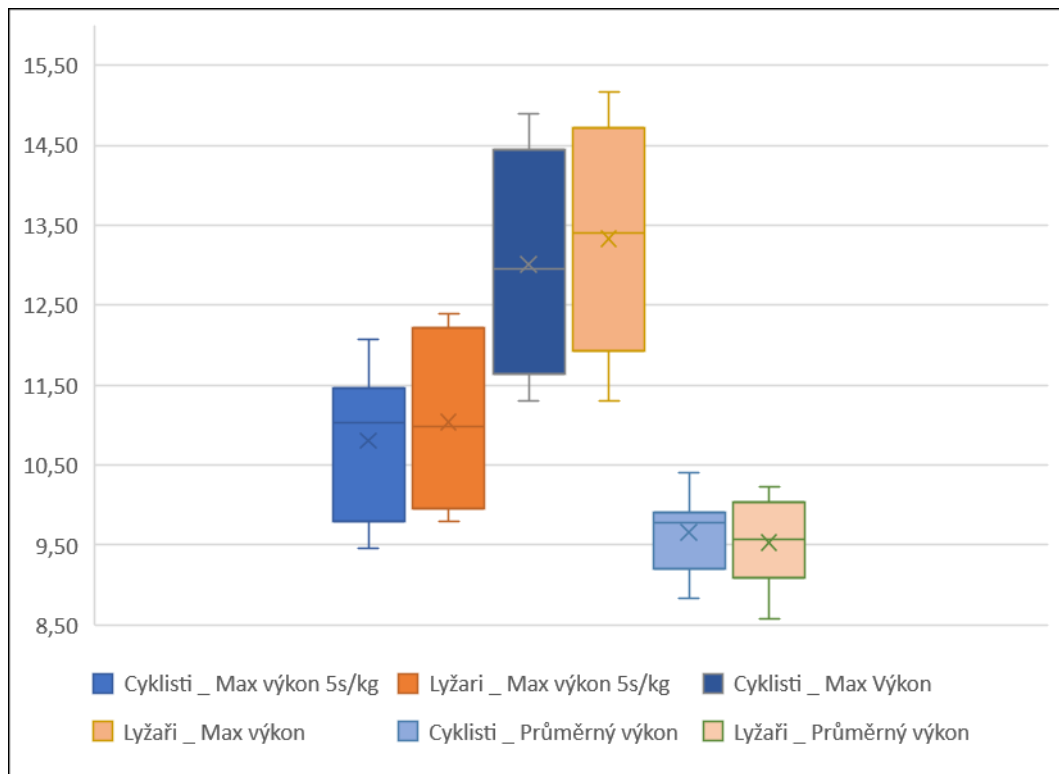
Maximální výkon:

Maximální výkon se pohyboval v menším rozsahu 3,59 W/kg u skupiny cyklistů a 3,86 W/kg u skupiny lyžařů. Průměrná hodnota maximálního výkonu naměřená u

cyklistů 13,01 W/kg a 13,33 W/kg u lyžařů. Nejvyšší maximální výkon naměřený u cyklistů byl 14,86 W/kg a o 0,32 W/kg vyšší u lyžařů 15,16 W/kg. Nejnižší maximální výkon byl u cyklistů i lyžařů shodný 11,3 W/kg.

Průměrný výkon:

Průměrný výkon byl při měření stanoven v užším rozsahu u cyklistů 1,56 W/kg a 1,66 W/kg u lyžařů. Průměrná naměřená hodnota průměrného výkonu byla 9,66 W/kg u cyklistů a o 0,13 W/kg nižší u lyžařů 9,53 W/kg. Nejvyšší průměrná hodnota výkonu u cyklistů byla 10,40 W/kg a 10,23 W/kg u lyžařů. Nejnižší průměrná hodnota na výkonu u cyklistů 8,84 W/kg a 8,57 W/kg u lyžařů. Rozdíl průměrného výkonu u cyklistů a lyžařů byl věcně nevýznamný ($d=0,057$) a statisticky nevýznamný ($p=0,635$).



Obrázek 28. Graf maximálního 5 s výkonu, maximálního výkonu, průměrného výkonu [W]

6 Diskuse

Všecké hypotézy a výzkumné otázky byly stanoveny na základě poznatků z odborné literatury.

Při porovnávání naměřených hodnot byl brán v potaz výzkum zabývající se procentuálním rozdílem v naměřených hodnotách na bicyklovém ergometru a běhátku. Hodnoty pro cyklisty uváděné v publikaci Heller (2018) byly stejně jako v této práci měřeny na bicyklovém ergometru, ale hodnoty lyžařů v již zmíněné publikaci byly měřeny na běhátku. Vzhledem k výsledkům výše uvedeného výzkumu se domníváme, že tento nepatrný rozdíl může hrát roli. Lyžaři, kteří byli námi testováni, zahrnují do tréninku více než kolo než běh. Důvodem je velký rozdíl mezi během a během na lyžích, přestože se v obou případech jedná o cyklický pohyb.

První hypotéza, týkající se hodnot $VO_2\max$ byla potvrzena. Předpoklad byl stanoven na vyšší $VO_2\max$ u cyklistů při testu spiroergometrie, což se potvrdilo. Částečnou roli v tomto výsledku určitě hrálo i to, že právě bicyklový ergometr je shodný s jejich tréninkovými i závodními podmínkami. Přestože i lyžaři tráví na kole během přípravného období značnou část tréninku, jedná se jenom o zlomek času sezóny. Větší část tráví na lyžích, to je pro lyžaře prioritní. Porovnání naměřených výsledků s hodnotami uváděnými Heller (2018) ukazovalo, že cyklisté budou dosahovat vyšších hodnot $VO_2\max$ než lyžaři. Tento fakt se potvrdil i v našem testovaném vzorku a tím byla potvrzena první hypotéza.

Druhá hypotéza, zabývající se předpokladem, že cyklisté budou dosahovat nižší maximální tepové frekvence u testu spiroergometrie než lyžaři, se taktéž potvrdila. Částečně k tomuto výsledku jistě přispěl druh pohybu při testování a technické předpoklady jízdy na kole, kterými by cyklisté měli disponovat ve větší míře než lyžaři. S tímto se pojí i úspornější práce dolních končen a větší adaptace na tuto konkrétní zátěž. V literatuře Heller (2018) uvádí vyšší hodnoty maximální tepové frekvence u lyžařů, shodně je tomu i u našeho testovaného vzorku probandů, a proto i druhá hypotéza byla potvrzena.

Třetí hypotéza, zabývající se předpokladem, že cyklisté budou dosahovat významně nižší hodnoty BMI než lyžaři, byla vyvrácena. Heller (2018) uvádí, že cyklisté oproti lyžařům jsou v průměru vyšší a zároveň dosahují vyšší hmotnosti. Tento

předpoklad nebyl v naší práci potvrzen, jelikož průměrná hmotnost cyklisty v naší práci byla o 2,5 kg vyšší a průměrná výška postavy cyklisty byla o 0,5 cm menší než u lyžařů.

Čtvrtá hypotéza, zabývající se předpokladem, že cyklisté budou mít významně více tělesného tuku než lyžaři, byla vyvrácena. Předpoklad, že lyžaři budou dosahovat nižších hodnoty tělesného tuku, byl vyvrácen, přestože Heller (2018) v literatuře uvádí hodnoty v průměru o 0,1 kg vyšší u cyklistů. Náš testovaný vzorek dosahoval v průměru o 1,6 kg méně u cyklistů.

Budou mít cyklisté vyrovnanější podíl svalové hmoty na dolních končetinách než lyžaři? Ze všech šestnácti probandů pouze jeden lyžař měl nulový rozdíl a jeden měl více svalové hmoty na levé dolní končetině, ostatní měli více svalové hmoty na pravé dolní končetině. Předpoklad, že cyklisté by mohli mít vyváženější svalovou hmotu na dolních končetinách, vycházel z faktu, že na kole využíváme méně svalových partií najednou než u běhu na lyžích a není taková možnost přenést část práce na horní končetiny, jako tomu může být u lyžařů. Zároveň v cyklistice není více technik jízdy kupředu, ale v běžeckém lyžování se při bruslení používá několik technik (bruslení oboustranné jednodobé, dvoudobé, bruslení střídavé, prosté apod.), které v určitých situacích mohou nesouměrně zatěžovat dolní končetiny. Průměrný rozdíl svalové hmoty na dolních končetinách u cyklistů byl 0,44 kg a u lyžařů 0,33 kg. Z toho je patrné, že cyklisté neměli vyrovnanější podíl svalové hmoty na dolních končetinách než lyžaři.

Budou mít cyklisté významně vyšší WR při vrcholu $VO_2\max$ než lyžaři? Cyklisté disponovali v průměru o 51,9 W vyšší zátěží při vrcholu $VO_2\max$. Předpoklad vycházel ze specifického pohybu, se kterým by cyklisté měli být více spjatí. Cyklisté dosahovali v průměru významně vyšších hodnot WR při vrcholu $VO_2\max$ než lyžaři.

Budou mít cyklisté významně větší vitální kapacitu plic než lyžaři? Cyklisté měli v průměru o 0,10 l větší vitální kapacitu plic, než bylo naměřeno u lyžařů. Cyklisté dosáhli významně větší vitální kapacity plic než lyžaři.

Budou mít cyklisté významně vyšší průměrný výkon při Wingate testu než lyžaři? Cyklisté dosáhli významně vyšší průměrný výkon při Wingate testu než lyžaři. Hlavní příčinou tohoto výsledku je nižší rychlost únavy při testu. Přestože cyklisté měli nižší maximální výkon i maximální 5s výkon v přepočtu na kilogramy jedince, průměrný výkon vyšel vyšší, což ukazuje spíše na vytrvalostní dispozice probandů.

Budou mít cyklisté významně vyšší rychlost únavy při Wingate testu než lyžaři? Cyklisté nedosáhli významně vyšších hodnot rychlosti únavy při Wingate testu než lyžaři. Přestože obě sportovní odvětví jsou vytrvalostního charakteru, mohly jednou z příčin, proč lyžaři dosáhli vyšší rychlosti únavy, být lepší spurterské předpoklady, než kterými disponují naši cyklisté. To znamená, že cyklisté disponují lepšími vytrvalostními předpoklady. Další příčinou, která tento výsledek mohla ovlivnit, byl již zmiňovaný způsob a podobnost pohybu při testu s pohybem ve sportovní disciplíně.

7 Závěr

Cílem této práce bylo porovnání vybraných kondičních předpokladů u mladých běžců na lyžích a cyklistů. K naměření hodnot jsme použili standardizovaný spiroergometrický test $VO_2\max$ se stupňovanou zátěží a Wingate test. K porovnání byli zvoleni studenti sportovního gymnázia ve Vimperku zaměřující se na horskou cyklistiku a běžecké lyžování. Věkové rozhraní obou skupin v době testování sportovců v zátěžové laboratoři na katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích se pohybovalo mezi 15.—18. rokem života. Testování proběhlo u obou sportovních odvětví v přípravném období za co nejpodobnějších podmínek.

Výsledky našeho testování znázorňují, že hodnota $VO_2\max$ naměřená při testu spiroergometrie byla vyšší u cyklistů, přestože je to statisticky nevýznamné a věcně významné se středním efektem, potvrdila se tímto hypotéza jedna.

Rozdíl hodnot maximální tepové frekvence při spiroergometrickém testu $VO_2\max$ byl věcně významný s malým efektem a statisticky nevýznamný. Cyklisté dosahovali nižších hodnot tepové frekvence než lyžaři a tím byla potvrzena druhá hypotéza.

Součástí každého testování v zátěžové laboratoři je i měření tělesného složení člověka. Porovnání hodnot BMI bylo statisticky nevýznamné, ale věcně významné s velkým efektem. Tímto se vyvrátila třetí hypotéza a ukázalo nám to, že ne každý sportovec zabývající se sportem na jakékoli úrovni musí odpovídat ideálním tabulkovým hodnotám pro daný sport, co se složení těla týká.

Statisticky nevýznamný výsledek vyšel i u hodnot tělesného tuku. Tato hodnota byla věcně významná se středním efektem a hypotéza byla vyvrácena. V naší vybrané skupině měli více tělesného tuku lyžaři.

Menší rozdíly svalové hmoty na dolních končetinách měli v průměru lyžaři. Na toto téma nám odpověděla výzkumná otázka číslo jedna.

Výsledky WR při vrcholu $VO_2\max$ byly statisticky významné a věcně významné s velkým efektem. Zde se ukázalo, že cyklisté jsou na kole schopni zvládnout větší zátěž než lyžaři, což zodpovědělo druhou výzkumnou otázku.

Rozdíl vitální kapacity plic u cyklistů a lyžařů byl v průměru malý, přestože cyklisté dosáhli průměrně větší vitální kapacity plic. Statisticky nevýznamný a věcně významný s menším než malým efektem. Tato informace zodpověděla výzkumnou otázku číslo tři.

Vyšší průměrný výkon při Wingate testu dosahovali cyklisté, ale výsledky byly statisticky nevýznamné a věcně významné s menším než malým efektem. Toto nám odpovědělo na čtvrtou výzkumnou otázku.

Rychlost únavy při Wingate testu nám ukázala, že cyklisté disponovali většími vytrvalostními schopnostmi než lyžaři. Výsledky rychlosti únavy při Wingate testu byly věcně významné se středním efektem a statisticky nevýznamné. Tímto byla odpovězena pátá výzkumná otázka.

Výsledky naší práce prokázaly všechny hypotézy a odpověděly na výzkumné otázky. Využití věcné a statistické významnosti přispělo k porovnání výkonosti sportovců jednotlivých sportovních odvětví. Pro budoucí porovnání by bylo dobré mít možnost většího počtu probandů.

Referenční seznam literatury

- Bahenský, P., & Bunc, V. (2018). *Trénink mládeže v bězích na střední a dlouhé tratě*. Praha: Karolinum.
- Bahenský, P., Bunc, V., Tlustý, P., & Grosicki, J. G. (2020). Effect of an Eleven-Day Altitude Training Program on Aerobic and Anaerobic Performance in Adolescent Runners. *Medicina*, 56(4), 184.
- Bahenský, P., & Malátová, R. (2018). Fyziologické, biochemické a výkonnostní změny u adolescentních běžců vlivem 10-denního tréninkového kempu v 1040 m n. m. *Studia Kinaanthropologica*, 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. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, M., Šteffl, M., & Vránová, J., (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: UK Praha.
- Belej, M. (2001). *Motorické učení*. Prešov: SVSTVŠ a FHPV PU Prešov.
- Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada.
- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česka kinantropologie*, 4(2), 53–72.
- Bolek, E., Ilavský, J., & Soumar, L. (2008). *Běh na lyžích, trénujeme s Kateřinou Neumannovou*. Praha: Grada.
- Bompa, T., O. (2000). *Total training for young champions: Proven conditioning programs for athletes ages 6 to 18*. Champaign: Humans Kinetics.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Prerich, T., Potměšil, J., Vránová, J., Bunc, V., (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Friel, J. (2013). *Tréninková bible pro cyklisty*. Praha: Mladá fronta.
- Havlíček, I. (1986). *Aktuálne pristupy vo výbere a tréningu športovo talentovej mládeže*. Praha: VMO ÚV ČSTV.
- Hendl, J. (2004). *Přehled praktických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Heller, J. (2018). *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: Východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Karolinum
- Heller, J., Vodička, P. (2018). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum
- Hrubíšek, I. (2002). *Horské kolo od A do Z*. Praha: Sobotáles.
- Chovanec, F. (1976). *Běh na lyžích, technika a metodika*. Praha: UK Praha.
- Jansa, P., Dovalil, J., Čáslavová, E., Heller, J., Kocourek, J., Kašpar, L., Pavlů, D., Perič, T., Potměšil, J., Tomešová, E., (2007). *Sportovní příprava*. Praha: Q-art.
- Jones, A.M., & Carter, H. (2007). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med.* 29, 373–386.
- Konopka, P. (2007). *Cyklistika*. Liberec: ReproArt
- Kuhn, K., Nüsser, S., Platen, P., & Vafa, R. (2005). *Vytrvalostní trénink*. Č. Budějovice: Koop.
- Kukačka, V. (2009). Výživa a pitný režim jako předpoklad pro pohybovou činnost. *Studia Kinaanthropologica*, 10(2), 81-87
- Kratochvíl, J., & Rozsypal, R. (2010). Nové trendy v systému sportovní přípravy – cesta k dosažení holistického vývoje mladých sportovců. *Tělesná kultura*. 33(3), 27–39

- Lukešová, Š. (2008). Jak bojovat s únavou? *Interní Med.* 10(11), 536—538.
- Máček, M., & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Onyx.
- Matolín, S. (1993). Atletika. In Havlíčková et al., *Fyziologie tělesné zátěže II, Speciální část – 1. Díl*, 3—42. Praha: Karolinum.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2005). *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada.
- Perič, T. (2004). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Pernica, J., Harsa, P., & Suchý, J. (2019). *Změny nálad při tréninku v hypoxii*. Praha: Karolinum.
- Rieder, M., & Fiala, M. (2006). *Lyžování – kondiční příprava*. Praha: Grada Publishing.
- Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1983). *Fyziologie člověka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Sekera, J., & Vojtěchovský, O. (2008). *Cyklistika, průvodce tréninkem*. Praha: Grada.
- Soumar, L., & Bolek, E. (2001). *Běh na lyžích*. Praha: Grada.
- Soumar, L., Soulek, I., & Kučera, V. (2000). *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku*. Praha: CARSI.
- Suchý, J., & Dovalil, J. (2005). *Adaptace a problematika tréninku v hypoxickém prostředí*. Bratislava.
- Suchý, J., Dovalil, J., Heller, J., Bunc, V., & Pernica, J. (2014). *Trénink ve vyšší nadmořské výšce*. Praha: Mladá fronta.
- Suchý, J., & Opočenský, J. (2015). Usefulness of training camps at high altitude for well-trained adolescents. *Acta Gymnica*, 45(1), 13-20.
- Štumbauer, J., (1989). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: pedagogická fakulta v Českých Budějovicích.
- Vaněk, M. (1968). Vliv nadmořské výšky Mexiko City na psychickou složku sportovního výkonosti: *Teorie a praxe tělesné výchovy* 16, 401-408.

Internetové zdroje

- Compek (2010). Cortex Metacontrol 3000. Získáno 7. 3. 2020, z <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.htm>
- Compek (2010). Speciální ergometr LODE Excalibur Sport. Získáno 7. 3. 2020, z <http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.htm>
- Cortex (2020). Metalyzer 3B. Získáno 7. 3. 2020, z <https://cortex-medical.com/EN/METALYZER-3B-en.htm>
- Fitham (2020). Tanita BC-418 MA. Získáno 7. 3. 2020, z <https://www.fitham.cz/tanita-bc-418-ma>
- Polar (2020). Hrudní pás Polar H7 Bluetooth černý. Získáno 7. 3. 2020, z <https://www.polar-eshop.cz/hrudni-pas-polar-h7-bluetooth-cerny>

Poznámkový aparát

AEP	aerobní práh
ANP	anaerobní práh
ATP-CP	adenosintrifosfát a kreatinfosfát
BF	dechová frekvence
BMI	body mass index-index tělesné hmotnosti
°C	celsiův stupeň
cm	centimetr
CNS	centrální nervový systém
CO ₂	oxid uhličitý
EKG	elektrokardiografie
FG	rychlá glykolytická vlákna
FOG	oxidativně-glykolytická vlákna
FVC	vitální kapacita plic
kg	kilogram
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
MTB	z anglického mountain bike-horské kolo
O ₂	kyslík
Q	minutový objem srdeční
QS	systolický objem srdeční
RER	respirační kvocient
s	sekunda

SO	oxidativní vlákna
SF	srdeční frekvence
SF _{max}	maximální srdeční frekvence
TK	krevní tlak
TKd	diastolický krevní tlak
TKs	systolický krevní tlak
V'E	minutová plicní ventilace
VO ₂ max	maximální spotřeba kyslíku
VO ₂ /SF	tepový kyslík
VT	dechový objem
W	watty
WR	odpor ve wattech

Seznam obrázků

Obrázek 1. Pásma intenzity zatížení (Bolek et al., 2008, s. 119).	19
Obrázek 2. Kyslíkový dluh a deficit (Jansa et al., 2007, s. 105).....	22
Obrázek 3. Maximální spotřeba kyslíku u výkonných sportovců různých specializací (ml/kg/min) (Dovalil et al., 2009, s. 140).	23
Obrázek 4. Průběh energetického výdeje a podíl systémů energetické úhrady v závislosti na době trvání zatížení (Dovalil et al., 2009, s. 57).....	25
Obrázek 5. Doporučený dlouhodobý přístup ke specifičnosti tréninkového zatížení (Bompa, 2000, s. 3).	33
Obrázek 6. Tanita BC 418 MA	42
Obrázek 7. Cortex MetaControl 3000.....	43
Obrázek 8. Cortex Metalyzer 3B	43
Obrázek 9. Ergometr LODE Excalibur Sport.....	44
Obrázek 10. Hrudní pás Polar	44
Obrázek 11. Graf výšky [cm]	48
Obrázek 12. Graf tělesné hmotnosti [kg].....	49
Obrázek 13. Graf tělesného tuku [%].....	49
Obrázek 14. Graf BMI.....	50
Obrázek 15. Graf svalové hmoty na dolních končetinách cyklistů	50
Obrázek 16. Graf svalové hmoty na dolních končetinách lyžařů.....	51
Obrázek 17. Graf VO_2 při vrcholu [ml/min/kg]	52
Obrázek 18. Graf VO_2 / HR při vrcholu [ml]	53
Obrázek 19. Graf tepové frekvence při vrcholu.....	54
Obrázek 20. Graf výkonu při vrcholu [W]	54
Obrázek 21. Graf respirační výměny.....	55
Obrázek 22. Graf Dechového objemu při VO_2 max	56
Obrázek 23. Graf minutové ventilace [l / min]	56
Obrázek 24. Graf dechové frekvence za minutu	57
Obrázek 25. Graf vitální kapacity plic [l]	58
Obrázek 26. Graf počet otáček za 30 sekund	58
Obrázek 27. Graf rychlosti únavy [%]	59
Obrázek 28. Graf maximálního 5 s výkonu, maximálního výkonu, průměrného výkonu [W].....	60

Seznam tabulek

Tabulka 1. Metabolická a funkční charakteristika zatížení podle intenzity metabolismu (Jansa et al., 2007, s. 99).	26
Tabulka 2. Vymezení vytrvalostních schopností podle převážné aktivace energetických systémů (Dovalil et al., 2009, s. 30).	31
Tabulka 3. Uspořádání tréninkových jednotek v jenom týdnu (Sekera & Vojtěchovský, 2008, s. 111)	37