



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Diplomová práce

**Analýza vlivu lyžařského výcviku v 1.
ročníku oborového studia TVS ve vyšší
nadmořské výšce na vybrané kondiční
předpoklady studentů**

Vypracoval: Bc. Daniel Kříženecký

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

České Budějovice, 2018



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Graduation thesis

**Analysis of the influence of ski training in
the first year of the study program PE and
Sport at high altitude on the selected
students' fitness requirements**

Author: Bc. Daniel Kříženecký

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2018

Bibliografická identifikace

Název diplomové práce: Analýza vlivu lyžařského výcviku v 1. ročníku oborového studia TVS ve vyšší nadmořské výšce na vybrané kondiční předpoklady studentů.

Jméno a příjmení autora: Bc. Daniel Kříženecký

Studijní obor: TchVn-TVSn-SZn

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

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

Rok obhajoby diplomové práce: 2018

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá analýzou kondičních předpokladů studentů prvního ročníku oborového studia tělesné výchovy a sportu na lyžařském kurzu. Tento kurz se konal ve Francii, tudíž velkou roli pro tuto diplomovou práci hrál fakt, že lyžařský kurz probíhal ve vyšší nadmořské výšce. Hlavní význam této diplomové práce je porovnání výsledných měření testovaných probandů před kurzem a po kurzu. Nejdříve proběhla informativní schůzka, na které jsme seznámili studenty s problematikou diplomové práce a nastínili jim celkový průběh testování. Po informativní schůzce následoval přesun do laboratoře KTVS, kde proběhlo první měření. Poté odjeli probandi spolu s ostatními studenty na týdenní lyžařský kurz do Francie. Ubytování byli ve středisku Alpe d'Huez, které se nachází ve výšce 1860 m n. m. a jehož nejvyšší bod je ve výšce 3330 m n. m. Celý týden tedy probandi trénovali ve velmi vysoké nadmořské výšce. V této diplomové práci se proto také zabýváme tím, jak moc je náročné pracovat v tomto vysokohorském prostředí, jaké výhody a nevýhody má trénink ve vyšší nadmořské výšce, jaká tu hrozí zdravotní nebezpečí a jak by se na tento druh tréninku měl správně sportovec připravit, aby nic nepodcenil. Po absolvování lyžařského kurzu a návratu do České republiky proběhlo druhé měření, které se opět konalo v laboratoři KTVS. Po tomto měření jsme začali zpracovávat všechny naměřené hodnoty u testovaných probandů. Tyto hodnoty jsme následně porovnali mezi sebou. Porovnáním těchto hodnot jsme přišli na to, co tento lyžařský kurz ve Francii studentům přinesl. Nejvíce nás zajímalo, k jakým změnám dojde v oblasti složení těla, Wingate testu, spiroergometrie a spirometrie. V každé z těchto oblastí nás zajímalo několik specifických parametrů, které souvisejí s danou problematikou. Mezi zkoumané parametry, které jsme zařadili do výzkumu, patří tělesný tuk, svalová hmota, tělesná voda, maximální výkon, průměrný výkon, maximální 5

sekundový výkon, index únavy, $VO_2\text{max}$, tepový kyslík, minutový respirační objem a usilovná vitální kapacita.

Klíčová slova:

Složení těla, Wingate test, spiroergometrie, spirometrie, $VO_2\text{max}$, maximální výkon, měření, porovnávání, nadmořská výška

Bibliographical identification

Title of the graduation thesis: Analysis of the influence of ski training in the first year of the study program PE and Sport at high altitude on the selected students' fitness requirements

Author's first name and surname: Bc. Daniel Kříženecký

Field of study: TchVn-TVSn-SZn

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2018

Abstract:

This thesis analyzes the physical predispositions of students from the first grade of the physical education who attended a ski course. This course took place in France. This fact is quite important for the thesis because the course took place in a higher altitude. The main aim of the thesis is to compare results of tested probands before and after the course. At first, there was an information meeting where we provided more information about the aim of this thesis and about the testing. After this meeting we went to KTVS laboratory where the first measuring happened. After that all probands and other students left for the ski course to France for a week. The accommodation was in an Alpe d'Huez center which is situated 1860 meters and the highest point of it which is 3330 meters above the sea level. Probands were practicing in very high altitude all week. In this thesis we also look at how hard it is to work in this altitude, what kind of advantages and disadvantages it might have and which danger might come up. It is also necessary to think about the process of how probands should prepare themselves not to underestimate anything. The second measuring happened after the return to the Czech Republic. It also took place in KTVS laboratory. After the measuring we started analyzing all measured data of probands. We compared this data. After that we realised what this course brought to the students. We wanted to know what happens in following parts: body composition, Wingate test, spiroergometry and spirometry. In each part we were interested in some specific parameters that are related to this topic. We included specific parameters like: body fat, muscle mass, body water, maximum performance, average performance, maximum 5 seconds performance, fatigue index, VO₂max, oxygen pulse, minute respiratory volume and vigorous vital capacity.

Key words:

Body composition, Wingate test, spiroergometry, spirometry, VO₂max, maximum performance, measurement, comparison, altitude

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval 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 diplomové práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných Pedagogickou 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

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu PhDr. Petru Bahenskému, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odbornou pomoc při konzultacích, zapůjčený materiál a možnost využití laboratoře KTVS. Také bych rád poděkoval studentům, kteří byli součástí výzkumného souboru jako probandi.

Obsah

1 Úvod	11
2 Přehled poznatků	12
2.1 Pohybová aktivita	12
2.1.1 Běžecké lyžování.....	12
2.1.2 Sjezdové lyžování	13
2.2 Trénink ve vyšší nadmořské výšce.....	14
2.3 Historie zkoumání vlivu vyšší nadmořské výšky na sportovní trénink	16
2.4 Aspekty vyšší nadmořské výšky	16
2.4.1 Fyzikální aspekty.....	16
2.4.2 Fyziologické aspekty	17
2.5 Fáze adaptace na vyšší nadmořskou výšku	18
2.6 Trendy sportovního tréninku ve vyšší nadmořské výšce	19
2.6.1 Kyslíkové stany	19
2.6.2 Barokomory.....	21
2.6.3 Vysokohorský trénink.....	22
2.7 Složení těla.....	23
2.7.1 Tělesný tuk	24
2.7.2 Svalová hmota	24
2.7.3 Tělesná voda.....	25
2.8 Wingate test	26
2.8.1 Maximální výkon	27
2.8.2 Index únavy	28
2.9 Spiroergometrie a spirometrie	29
2.9.1 VO ₂ max.....	30
2.9.2 Tepový kyslík	33
2.9.3 Minutový respirační objem	33
2.9.4 Usilovná vitální kapacita.....	35
3 Cíl, úkoly a hypotézy práce	36
3.1 Cíl práce	36
3.2 Úkoly práce	36
3.3 Hypotézy práce	36
4 Metodologie	38
4.1 Charakteristika výzkumu	38
4.2 Organizace práce	40
4.2.1 Složení těla a fyziologické předpoklady	40
4.2.2 Wingate test	40
4.2.3 Spiroergometrie a spirometrie.....	41
4.3 Použité přístroje	42
4.3.1 Tanita BC 418 MA.....	42
4.3.2 Cortex MetaControl 3000	44
4.3.3 Ergometr LODE Excalibur Sport.....	45
4.3.4 Hrudní pás a spiroergometrická maska.....	46
4.3.5 Cortex MetaLyzer 3B	47
4.4 Použité metody.....	48
4.4.1 Obsahová analýza.....	48
4.4.2 Metoda měření.....	48

4.4.3 Komparativní metoda.....	48
4.4.4 Věcná a statistická významnost	48
4.5 Použité programy	49
4.6 Pohybová aktivita	50
5 Výsledky	53
5.1 Složení těla.....	54
5.1.1 Tělesný tuk	54
5.1.2 Svalová hmota	58
5.1.3 Tělesná voda.....	62
5.2 Wingate test	66
5.2.1 Maximální výkon	66
5.2.2 Průměrný výkon	70
5.2.3 Maximální 5 sekundový výkon	74
5.2.4 Index únavy	78
5.3 Spiroergometrie a Spirometrie.....	81
5.3.1 VO ₂ max.....	82
5.3.2 Tepový kyslík	86
5.3.3 Minutový respirační objem	90
5.3.4 Usilovná vitální kapacita.....	94
6 Diskuze	98
7 Závěr.....	101
Referenční seznam literatury	103
Seznam obrázků.....	105
Seznam tabulek	106
Seznam grafů	107

1 Úvod

Téma pro diplomovou práci jsem si vybíral velmi dlouho a důkladně, aby mě psaní práce bavilo, naplnilo a v neposlední řadě abych získal spoustu nových poznatků a zkušeností z oboru tělesné výchovy. Mnou zvolené téma jsem si nakonec vybral z několika hledisek. Prvním hlediskem bylo to, že s výzkumem ohledně zátěžové diagnostiky a kondičních předpokladů mám zkušenosti, které bych rád v této práci využil, protože jsem se touto problematikou zabýval ve své bakalářské práci. Dalším důvodem bylo, že mě téma této práce velmi zaujalo, jelikož týdenní lyžařský kurz, který členové výzkumného souboru absolvují mezi měřeními bude ve vyšší nadmořské výšce ve Francii.

Běh na lyžích je považován za nejstarší lyžařské odvětví. Co se týče sportu, tak cílem této zimní sportovní disciplíny je zdolat danou trať v co nejkratším čase. První závody se uskutečnily již koncem 17. století v Norsku. Ve střední Evropě se první závody konaly roku 1893. Plnohodnotnou sportovní disciplínou se běh stal až počátkem 20. století. Ohledně olympijských her, tak zde se běžecké lyžování poprvé objevilo v roce 1924 v Chamonix formou závodu na 18 a 50 km a také závodu sdruženářů, kterému se v této době říká severská kombinace. V roce 1936 přibyl do programu zimních olympijských her štafetový běh 4x10 km (Ilavský & Suk, 2005).

Sjezdové lyžování je zimní sport spočívající v pohybu člověka vlastní silou po sněhu pomocí lyží a cílem zdolat postavenou trať z kopce dolů v co nejkratším čase. Lyžování původně sloužilo k dopravě, v průběhu 20. století se postupně stalo zejména sportovní a rekreační aktivitou. Nejnovější technikou sjíždění využívanou jak v závodním, tak rekreačním lyžování je carving. Jedná se o výkony převážně rychlostně – silového charakteru, vykonávány v kontinuálním zatížení. Lyžování je mnoha odvětvími zastoupeno na zimních olympijských hrách. Lyžaři při sjezdech dosahují rychlosti až 130 km za hodinu (Bernaciková et al., 2011).

2 Přehled poznatků

2.1 Pohybová aktivita

2.1.1 Běžecké lyžování

Běh na lyžích řadíme mezi cyklické sporty vytrvalostního charakteru, který se projevuje pravidelnou prací dolních a horních končetin, svalstva trupu a zad. Pohyb při běžeckém lyžování globálně zapojuje svalstvo celého těla, a tím všestranně a harmonicky rozvíjí funkční zdatnost a vytrvalost organismu. Vzhledem k vynaložené práci a rostoucí únavě při déle trvající pohybové činnosti je pro energeticky ekonomický běh na lyžích důležitá vysoká technická úroveň, která je dostatečně efektivní vzhledem k měnícím se vnějším podmínkám, tj. odrazu, skluzu, kvalitě sněhu a stopy a charakteru terénu.

K výhodám běhu na lyžích patří v jeho rekreační i závodní formě to, že nedochází k nadměrnému opotřebení a poškození pohybového aparátu vlivem gravitačního přetížení po odraze, k namožení a poškození svalových úponů a kloubních spojení celého pohybového aparátu. Při správném technickém zvládnutí běhu stylem klasickým nedochází ke zvýšenému zatěžování bederní páteře, při bruslení dochází ke zvýšeným nárokům na pohyblivost kyčelního a kolenního kloubu. Z tohoto tvrzení lze usoudit, že běh na lyžích je při správné technice velmi komplexní a pro pohybový aparát zdravý sport, kdy jsou zdravotní rizika limitována klimatickými podmínkami, a při extrémně nízkých teplotách mohou mít negativní vliv na respirační aparát. Optimální tepelná ochrana organismu sportovce vůči podchlazení se při výkonu realizuje nejen vhodným oblečením, ale i dostatečným zapracováním na výkon (Ilavský & Suk, 2005).

Z fyziologického hlediska je běh na lyžích charakteristický cyklickým opakováním pohybů. Tyto pohyby se u jednotlivých běžeckých technik odlišují svým charakterem, tempem i funkční a metabolickou odezvou. Běh na lyžích představuje vytrvalostní zátěž s velkým výdejem energie, který je závislý na délce a charakteru trati, na rychlosti i technice běhu a ostatních vnějších podmínkách. Běh na lyžích vyžaduje dostatečnou sílu horních a dolních končetin, trupu a zad. Dále rychlost a nervosvalovou koordinaci. Značnou měrou zatěžuje oběhový a dýchací systém a účinně je tak rozvíjí (Havlíčková, 1993).

Vlivem dlouhodobé zátěže se u běžců na lyžích zvyšuje zásoba glykogenu, v rámci funkčních změn se zvyšuje tepový srdeční objem, minutový srdeční objem, vitální

kapacita plic, maximální spotřeba kyslíku $VO_2\text{max}$, úroveň ANP a celková ekonomika pohybu. Naopak se snižuje klidová srdeční frekvence (bradykardie). Z morfologických změn dochází k excentrické hypertrofii srdce, hypertrofii pomalých svalových vláken, vaskularizaci svalů a k zvyšování počtu mitochondrií (Bernaciková et al., 2011).

Běh na lyžích je výborným prostředkem na zlepšení fyzické kondice. Zatěžuje většinu hlavních svalových skupin včetně srdce. Pomocí pravidelného tréninku můžete tento druh sportu provozovat dlouhou dobu a takřka v jakémkoliv věku. Jen u málo sportů se můžeme přiblížit takovému energetickému výdeji, jakého dosahujeme při běžeckém lyžování. Například běžec na lyžích vážící 75 kg spálí za minutu zhruba 55 KJ (kilojoule). Z tohoto čísla vyplývá, že za hodinu spálí pomocí běžeckého lyžování asi 3000 KJ. Díky tomuto faktu můžeme říci, že běh na lyžích patří mezi nejlepší aerobní sporty. Běžci na lyžích mají velmi vysoké hodnoty $VO_2\text{max}$, tento parametr je obecně znám jako měřítko fyzické kondice. Běžecké lyžování také bývá charakterizováno jako skvělý spalovač tuků.

Velmi důležitou roli v tomto lyžařském odvětví hraje adaptace organismu. Fungování lidského organismu je spojeno s neustálým přizpůsobováním se životním podmínkám. Lidský organismus se snaží reagovat na změny vyvolané okolním prostředím, tak aby nebyl ohrožen život. Pohybová aktivita je vlastně specifickou formou změny okolního prostředí. Sportovec se díky tréninkových zátěžích postupně adaptuje formou menších či větších změn. A právě tato adaptace mu poté umožní dosažení lepšího sportovního výkonu. V běžeckém lyžování je nutné pojem adaptace chápat v širším slova smyslu. Kromě přizpůsobení organismu tréninkovým zatížením má také velký význam adaptace na prostředí. Většina pohybových aktivit bývá totiž uskutečňována v zimních podmínkách, na horách a často ve vyšší nadmořské výšce (Bolek, Ilavský, & Soumar, 2008).

2.1.2 Sjezdové lyžování

Sjezdové lyžování je vzhledem k energetické náročnosti srovnatelné s během na 400 a 800 m. Energetické krytí dosahuje hodnot 85–95 % $VO_2\text{max}$. Tyto hodnoty jsou skoro stejné u dětí i dospělých jedinců. Intenzita metabolismu tak dosahuje submaximálních hodnot. U obřího slalomu je energetický výdej lyžaře během závodu zhruba 100–150 $\text{KJ}\cdot\text{min}^{-1}$. U klasického slalomu činí energetický výdej okolo 150–250 $\text{KJ}\cdot\text{min}^{-1}$. Rychlost, kterou je energie uvolňována, je závislá na dýchání, krevním oběhu

a průběhu metabolických dějů. Vyšší a lepší kondiční schopnosti a předpoklady byly zjištěny u lyžařů, kteří se umisťují na předních příčkách (Havlíčková, 1993).

Alpské disciplíny vyžadují kombinaci vytrvalosti a síly, a proto závisí na využití aerobního i anaerobního systému. Aerobní metabolismus je limitován cévní okluzí při izometrické kontrakci během jízdy. Tato okluze zvyšuje produkci laktátu. Obecně bylo zjištěno, že čím lépe je sportovec trénovaný, tím většího procentuálního snížení VO₂max dosáhne. Efektivní aerobní systém je dále podstatný pro zotavení mezi jednotlivými koly a pro vytrvání v celé dlouhé sezóně. Zjednodušeně řečeno, technické disciplíny závisí spíše na anaerobním metabolismu, zatímco delší disciplíny, s dosažením vyšších rychlostí, získávají větší přínos z aerobního metabolismu (Turnbull, Kilding, & Keogh, 2009).

Je nutné si uvědomit, že zatížení organismu není omezeno pouze na dobu trvání sjezdu dolů. Čas strávený v chladném zimním prostředí a velmi často ve vyšších nadmořských výškách odčerpá značnou část energie a tím vzrůstá celkové zatížení. Dobrá vytrvalost pomáhá sportovcům úspěšně dokončovat závody a umožňuje jejich tělu rychlou regeneraci v následujících dnech (Rieder & Fiala, 2006).

U rekreačního lyžování definujeme více výkonnostních tříd a je možné pozorovat mnoho různých lyžařských stylů a technik než v podstatě v unifikované kategorii závodních lyžařů. Proto i fyziologické nároky na organismus se různí od jednotlivce. Jsou ovlivněny zejména sklonem svahu, rychlostí jízdy, stylem jízdy, lyžařským postojem a intenzitou lyžování (Havlíčková, 1993).

2.2 Trénink ve vyšší nadmořské výšce

Trénink ve vyšší nadmořské výšce je v současné době nedílnou součástí přípravy řady sportovců, a to nejen ve vytrvalostních sportech, ale i v dalších odvětvích. Tento způsob přípravy sportovci využívají jako jednu z dalších možností rozvoje limitní výkonnosti, tudíž ke zlepšení svých dosavadních nejlepších výsledků. Sportovní výkonnost ve vyšší nadmořské výšce klade na sportovce i trenéry nepoměrně větší nároky než trénink za běžných podmínek v nížině. Extrémní nároky vyplývají z odlišných fyzikálních a klimatických podmínek vysokohorského prostředí.

Využívání nižšího parciálního tlaku vzduchu je v současné době jednou z nejčastěji diskutovaných legálních možností ovlivňování sportovní výkonnosti. Nižší

parciální tlak vzduchu může být navozen přirozenou cestou, to znamená pobytem ve vyšší nadmořské výšce nebo umělou cestou, té sportovec dosáhne pobytem ve speciálních stanech a barokomorách. Nároky pobytu a tréninku ve vyšší nadmořské výšce vyplývají z fyzikálních a klimatických podmínek, které jsou významně odlišné od běžných podmínek v nížinách a středohoří. Tento typ tréninku je běžnou součástí přípravy převážně u vrcholových sportovců a je považován za jeden ze základních metodických faktorů rozvoje sportovní výkonnosti. Důvodem, proč se mu v současnosti přikládá značný význam, je hledání dalších cest ke zvýšení účinnosti tréninkových podnětů, běžně aplikovaných v normální nadmořské výšce.

Nadmořskou výšku z pohledu sportovního tréninku můžeme rozdělit do pěti typů:

- od hladiny moře do 800 m n. m. – nízká,
- do 1 500 m n. m. – střední,
- v rozmezí 1 500 – 3 000 m n. m. – vyšší,
- pro výšky nad 3 000 m n. m. – vysoká,
- výška nad 5 800 m n. m. je označována jako extrémní, nad touto hranicí je úspěšná aklimatizace obtížná a trvalý pobyt vyloučen (Suchý & Dovalil, 2005).

Sportovci, kteří se narodili a trvale žijí ve výškách do 1 500 m n. m., tak pro ně nemá z hlediska aklimatizace pobyt ve střední výšce význam. Za nejvýhodnější nadmořskou výšku pro přípravu sportovců s vysokou výkoností je výška okolo 2 300 m n. m., přesněji je to rozmezí 2 100–2 500 m n. m. Pokud to podmínky umožní, tak se doporučuje postupné zvyšování výšky. Postupné zvyšování nadmořské výšky můžeme využívat při používání kyslíkových stanů a barokomor.

Nadmořská výška nad 3 000 m n. m. nemá pro přípravu sportovce praktický význam. V této výšce jsou takové podmínky, že už nelze realizovat delší potřebné zatížení a dochází ke snižování specifických svalových schopností. Když této nadmořské výšky dosáhne netrénovaný jedinec, pocítí řadu subjektivních potíží. To neznamená, že jisté biologické projevy se nemohou dostavit mnohem dříve i v nižších nadmořských výškách, tudíž je to spíše lékařská než fyzikální definice. Jak jsem již zmiňoval, aklimatizace nad výškou 5 800 m n. m. je extrémně náročná a pobyt zde je zcela nemožný (Fibinger & Novák, 1986).

2.3 Historie zkoumání vlivu vyšší nadmořské výšky na sportovní trénink

Důvody nižší výkonnosti organismu ve vyšší nadmořské výšce jsou známy již od roku 1878, kdy Francouz Bert přinesl první důkazy o vlivu nižšího parciálního tlaku na pokles výkonnosti u neadaptovaných jedinců (Bert, 1878).

Systematičtější výzkum vlivu nadmořské výšky začal v padesátých letech minulého století, kdy se poprvé ukázalo, že tzv. zdraví obyvatelé vysokohorských oblastí peruánských And mají zvláštní nálezy, a to například jistý stupeň plicní hypertenze a také hypertrofie pravé komory srdeční. To bylo později potvrzeno u stálých obyvatel Himalájí a vysokých hor v USA. U populací trvale žijících ve vysokých nadmořských výškách se pozoruje významně snížený výskyt infarktu myokardu (Jokl, 1968).

Systematické studium vlivu vyšší nadmořské výšky na sportovní výkony a problémy tréninku v takových výškách bylo zahájeno v souvislosti s přípravou na XIX. olympijské hry roku 1968 v Mexiku, které se konaly ve výšce okolo 2 200 m n. m. Četné studie i zkušenosti přinesly řadu poznatků, jak se připravovat na soutěže ve vyšší nadmořské výšce. Později byl zkoumán vliv vysokohorské přípravy také na sportovní výkony v běžných výškách. V obou případech se jedná o adaptaci na změněné podmínky a o vliv zatěžování na změny v organismu, které jsou příznivé pro výkonnost ve vyšších nadmořských výškách a které přetrvávají po určitou dobu po návratu do nížiny (Choutka & Urbánek, 1967).

2.4 Aspekty vyšší nadmořské výšky

2.4.1 Fyzikální aspekty

Počet molekul kyslíku, dusíku a oxidu uhličitého na jednotku objemu vzduchu je na úrovni moře podstatně větší než v horách. Barometrický tlak, který je na koncentraci molekul závislý, se stoupající nadmořskou výškou klesá přibližně o 12 % na 1000 m. Například v Mexico City, kde se konaly letní olympijské hry v roce 1968 a nadmořská výška zde byla 2 240 m n. m. je tlak vzduchu oproti úrovni moře o čtvrtinu nižší. Ve výškách od 2 000 m n. m. závisí rovněž na zeměpisné šířce a kolísá s ročním obdobím. Například na vrcholu Mount Everestu je barometrický tlak uprostřed léta asi o 11 mm Hg vyšší než uprostřed zimy. Rovněž hustota vzduchu se snižuje přibližně o 8 % na 1 000 m nadmořské výšky (Jokl, 1968).

Teplota vzduchu se stoupající nadmořskou výškou klesá, a to přibližně o 1 °C na každých 150 m, nezávisle na zeměpisné šířce, ta však výrazně ovlivňuje sezónní a denní kolísání teploty. Tento pokles může být ještě umocněn rychlostí větru. Při hodnocení reálné teploty je nutné brát v úvahu výrazné rozdíly na slunci a ve stínu a značnou úlohu větru. Horský studený vzduch má snížený tlak vodních par, tato hodnota je úměrná poklesu teploty při stoupající nadmořské výšce. Tlak vodních par klesá přibližně o 25 % na každých 1 000 m n. m., výdej vody ze sliznic průdušek se proto při dýchání znásobuje. Absolutní vlhkost je proto ve vysokých výškách extrémně nízká, ztráta vody stoupá dále pocením při tělesné námaze. Kombinace nízké teploty a nízké relativní vlhkosti může být subjektivně velmi nepříjemná.

Tenká vrstva atmosféry absorbuje podstatně méně slunečního záření, speciálně dlouhých vlnových délek. Ultrafialové záření se tak zvyšuje o 20–30 % na 1 000 m výšky. Suchý vzduch navíc brání přirozené ochraně pomocí vodních par. Dalšími faktory, které podporují intenzitu slunečního záření, jsou čistota horského vzduchu a odraz od sněhu. Vysoká intenzita ultrafialového záření má řadu nežádoucích účinků, především na kůži a oči. Ve vysokých nadmořských výškách stoupá rovněž intenzita kosmického záření (Sherry & Wilson, 1998).

2.4.2 Fyziologické aspekty

Během a po ukončení pohybové činnosti ve výšce (před nástupem adaptačních změn) může být srdeční odezva a tepová frekvence při zatížení střední intenzity o 20 až 30 % vyšší než v nížinách. Úroveň maximální spotřeby kyslíku ($VO_2\max$) se u neadaptovaných jedinců snižuje ve výšce 1 200 m n. m. přibližně o 5 až 10 % a od 1 600 m n. m. připadá na každých 1 000 m pokles asi o 9 až 11 % $VO_2\max$.

Je všeobecně známou skutečností, že v prvních dnech tréninku ve vyšší nadmořské výšce jsou hodnoty tepové frekvence i koncentrace laktátu v krvi u neadaptovaných jedinců při stejné intenzitě zatížení jako v nížině významně vyšší. Při řízení tréninku musí trenéři také počítat (především v prvních deseti dnech pobytu ve vyšší nadmořské výšce) s neobvyklým průběhem koncentrace laktátu v krvi. Před nástupem aklimatizačních procesů jsou hodnoty laktátu v krvi při stejné intenzitě zatížení vyšší než po nástupu aklimatizačních procesů. Tento jev odborná literatura obvykle nazývá tzv. „laktátovým paradoxem“ a popisuje ho jako fyziologickou reakci

koncentrace laktátu u stejných submaximálních a maximálních zátěží, která dosahuje vyšších hodnot u neaklimatizovaných, než u aklimatizovaných jedinců (Reeves, 1992).

2.5 Fáze adaptace na vyšší nadmořskou výšku

Celková doba trvání aklimatizace je obvykle uváděna na úrovni přibližně 20 dní pobytu v hypoxickém prostředí. Plná výkonnost, přiměřená výkonnosti v nížině, se dostavuje až ve 4 týdnu pobytu ve výšce. Obecně rozlišujeme následující tři fáze průběhu aklimatizačních procesů:

- Fáze akomodace
 - příjezdová reakce, krátkodobá euforie,
 - trvá přibližně tři až osm dnů,
 - bezprostřední reakce organismu na hypoxickou zátěž,
 - projevuje se poklesem výkonnosti organismu,
 - první a druhý den v reakcích organismu převažují vagotonní tendence,
 - později začíná vlastní aklimatizační proces.
- Fáze adaptace
 - trvá zhruba osm dní,
 - je charakterizována změnami v organismu,
 - dochází ke specifickým metabolickým reakcím,
 - výkonnost se zvyšuje, dostává se takřka na úroveň normální nadmořské výšky.
- Fáze aklimatizace
 - začíná kolem šestnáctého až sedmnáctého dne,
 - charakter komplexního přizpůsobení organismu,
 - zahrnuje funkční i organické změny pobytu,
 - během této fáze může dojít v důsledku možné krize k přechodnému krátkodobému poklesu výkonnosti.

Sportovní odvětví, u kterých nepřevažuje vytrvalostní charakter, mohou mít v některých případech výše jmenované fáze poněkud zkrácené. Pro sporty vyžadující vysoký rozvoj rychlosti a síly jsou klimatické podmínky v horách příznivé. Trénink ve vyšší nadmořské výšce mohou výhodně využít i sportovní odvětví, u nichž doba závodního výkonu přesahuje 90 sekund. Síla dosahuje svého maximálního rozvoje asi 20. – 25. den.

Pozitivně ovlivňuje aklimatizační procesy také úroveň trénovanosti a předchozí zkušenosti, které mohou ovlivnit případné zkrácení procesu aklimatizace (Suchý & Dovalil, 2005).

2.6 Trendy sportovního tréninku ve vyšší nadmořské výšce

K dosažení podmínek nižšího parciálního tlaku vzduchu lze využít následující základní možnosti:

- tradiční tréninkové kempy a pobyty ve vyšších nadmořských výškách,
- využívání umělého hypoxického prostředí, které je navozené pomocí speciálních přístrojů jako jsou kyslíkové stany a barokomory,
- kombinace obou uvedených alternativ.

Účinek těchto možností je velmi obdobný. Liší se však v možnostech provádět vlastní pohybovou činnost, dále pak v časových, ekonomických, organizačních nárocích a v psychickém vlivu přírodního či uměle navozeného prostředí.

Zcela přirozeně dochází k hledání nejvíce vyhovujících a účinných postupů a jejich kombinací. K porovnání jednotlivých alternativ je nezbytné vzít v úvahu:

- účinnost dosavadních výsledků a zkušeností,
- dosažitelnost,
- časovou, ekonomickou a organizační náročnost (Suchý & Dovalil, 2005).

2.6.1 Kyslíkové stany

Kyslíkový stan je plachtou uzavřený prostor, do kterého speciální přístroj vhání vzduch, jehož koncentrace odpovídá nadmořské výšce, na kterou jsou agregáty nastaveny. Malé rozměry kyslíkových stanů neumožňují uvnitř provádět žádnou pohybovou aktivitu, jen pasivní pobyt. Základní a nejčastěji používanou formou pasivního pobytu se považuje spánek v nadmořské výšce v rozmezí 2 200 až 2 600 m n. m. po celou noc. Někteří sportovci mají problémy s usínáním ve vyšší nadmořské výšce, dalším vadí hluk vydávaný přístrojem upravujícím vzduch ve stanu. Spánek za hypoxických podmínek významně zpomaluje regeneraci, ale po přibližně čtyř až šesti týdnech pravidelného pobytu (spánku) ve stanu v rozsahu alespoň deset až dvanáct hodin denně dochází ke zvýšení počtu červených krvinek. Nejvhodnější pro tvorbu červených krvinek je pobyt ve stanu v rozsahu šestnácti hodin za den. Další variantou jsou kratší pobyty, které trvají jednu až dvě hodiny a provádí se několikrát během dne.

Pokud má trenér k dispozici dostatečně velký kyslíkový stan s dostatečně silným agregátem, lze provozovat části tréninkových jednotek na trenažerech za nižšího parciálního tlaku kyslíku, a to například na běžeckém, veslařském či cyklistickém.

Pobyty v kyslíkových stanech zcela zásadním způsobem ovlivňují trénink, neboť významně zpomalují regenerační procesy. Pokud má být využití kyslíkových stanů přínosné, měli by především trenéři a sportovci, kteří s využíváním kyslíkového stanu nemají takové zkušenosti pravidelně kontrolovat vybrané parametry krve za pomoci speciálních fotometrů. Sportovci, kteří mají s využíváním hypoxie zkušenosti, mohou podstupovat pobyty v kyslíkových stanech se zvýšenou opatrností bez pravidelných analýz krve, ale v okamžiku subjektivních pocitů nepřiměřené únavy je nezbytné subjektivní pocity ihned verifikovat pomocí fotometru. Klíčový problém kyslíkového stanu v porovnání s pobytem ve vyšší nadmořské výšce je skutečnost, že sportovec především v počátcích jeho využívání nepociťuje při tréninku žádné akutní příznaky únavy a je schopen absolvovat stejné tréninkové zátěže, jako kdyby standardně regeneroval v normoxii. Z uvedených důvodů může dojít k výrazně rychlejšímu nástupu přetížení a přetrénování v porovnání s pobytem ve vyšší nadmořské výšce (Suchý & Dovalil, 2005).



Obrázek 1: Příklad kyslíkového stanu (SP Sport, 2017)

2.6.2 Barokomory

Činnost systému spočívá v tom, že pomocí kompresoru je do filtrů, kterými projde pouze část kyslíku, vháněn vzduch a ten je převáděn do prostor, ve kterých je požadovaná nadmořská výška pomocí elektronické regulace simulována.

Barokomory mají v porovnání s kyslíkovými stany výrazně širší uplatnění, protože umožňují tréninkové záměry s využitím specializovaných trenažérů. Jedni z prvních tzv. Alpské domy zkoušeli finští běžci na lyžích, kteří postavili například ve Vuokatti dům s ložnicemi i malou posilovnou. Severské státy nemají žádné vysoké hory a dlouhodobé pobyty na Alpách vedly v mnoha případech k sociálním problémům. V Kataru mají v provozu atletickou halu ASPIRE, ve které je nižší parciální tlak vzduchu.

Na trhu v současné době působí tři hlavní firmy, které se zabývají výrobou kyslíkových stanů a barokomor:

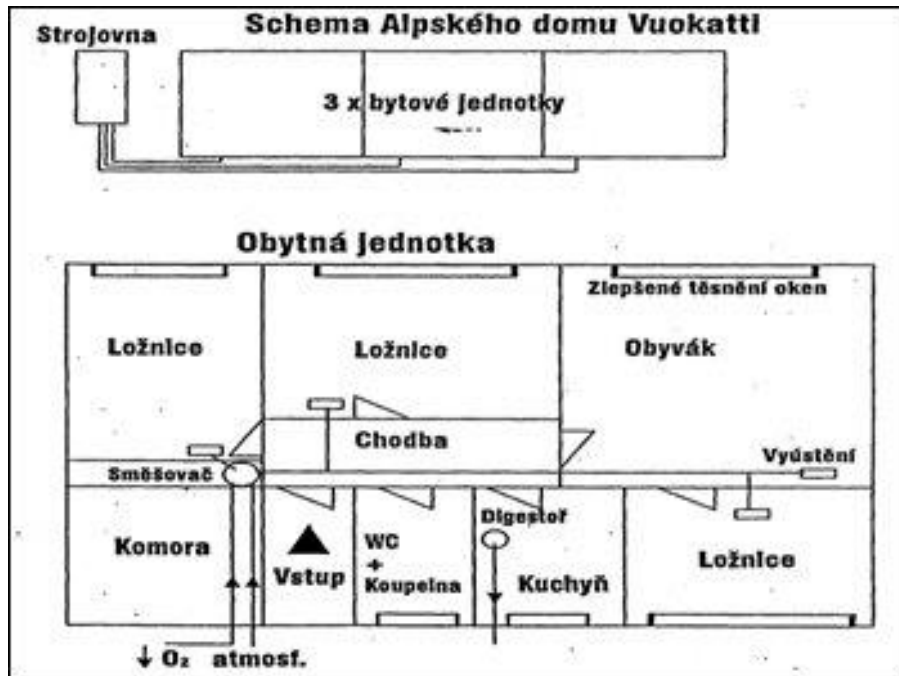
- CAT – Colorado Altitude training, která vychází ze zkušeností získaných Národním olympijským centrem v Colorado springs (USA),
- holandská společnost Hypoxico,
- australská b-Cat B.V.

V současné době řada profesionálních sportovců velmi často kombinuje trénink v přirozené vyšší nadmořské výšce se spánkem v kyslíkových stanech nebo barokomorách, v některých případech doplňují trénink pomocí využití trenažérů v barokomorách či větších kyslíkových stanech a tréninkem v normoxii, neboli v prostředí s normální koncentrací kyslíku v krvi.

Nezbytnou součástí (nejen tréninku za hypoxických podmínek) jsou pravidelné analýzy krve, které ostatně využívá většina vrcholových sportovců i při tréninku v normoxii. Důvodem potřeby věnovat zvýšenou pozornost identifikaci aktuálního stavu organismu je podstatné zpomalení regeneračních procesů ve vyšší nadmořské výšce, a naopak výrazné urychlení nástupu únavy, přetížení a případného přetrénování (Suchý & Dovalil, 2005).

Nezbytné je sledovat především parametry, které jsou výškou bezprostředně ovlivňovány. Z biochemických proměnných se využívá především: saturace kyslíku v krvi, úroveň hemoglobinu (především oxyhemoglobinu), hladina železa v krevním séru, saturace kyslíku, parciálního tlaku kyslíku. Dále pak proměnné charakterizující acidózu, jako jsou koncentrace LA (kyseliny mléčné), pH, Base excès po zatížení. Řadu velmi

cenných informací o průběhu aklimatizace lze získat z hodnocení průběhu zotavení, hlavně pak z rychlosti návratu funkčních parametrů ke klidovým hodnotám. Z řady funkčních laboratorních ukazatelů, je v terénu použitelná tepová frekvence a ortostatický reflex (Sherry & Wilson, 1998).



Obrázek 2: Alpský dům Vuokatti (Národní športovné centrum, 2005)

2.6.3 Vysokohorský trénink

V této tématice je velmi často diskutováno o dvou variantách. První variantou je pobyt ve vyšší nadmořské výšce a trénování v nížině. Druhá varianta je opačná, tedy že pobyt je v nížině a trénink probíhá ve vyšší nadmořské výšce. Někteří autoři souhlasí spíše s první variantou, jiní preferují více tu druhou. Důležité ale je, k jakým adaptačním změnám dojde a jaké předpoklady si sportovec pro svůj výkon vytvoří.

První varianta má za následek adaptační změny, které vedou ke zlepšení výkonů sportovce podávaných v nížině. Při pobytu ve vyšší nadmořské výšce působí specifické prostředí v klidovém režimu. Ve vyšší nadmořské výšce sice trvají zotavovací procesy o něco déle než v nížině, ale vyšší nadmořská výška má pozitivní vliv na počet červených krvinek a hemoglobinu v krvi. Další výhodou při dostatečně dlouhém pobytu ve vyšší nadmořské výšce je pozitivní ovlivnění hustoty kapilár ve svalu a obsah myoglobinu v krvi. Výhodou tréninku v nížině je, že nám umožňuje přípravu, u které nemusíme snižovat objem a intenzitu zatěžování. Díky této variantě je také mnohem jednodušší trénink individualizovat.

Druhá varianta, která funguje na opačném principu než varianta první, vede k adaptačním změnám, které mají velký vliv na zvýšení sportovní výkonnosti ve vyšší nadmořské výšce. Pobytem v nížině dochází k rychlejšímu zotavování organismu. Navíc sportovní zařízení mají v nížině lepší technologické zázemí, příkladem jsou zařízení na regeneraci nebo doplňková cvičení (Suchý, Dovalil, & Perič, 2009).

Pitný režim a výživa

Dříve byly při tréninku ve vyšší nadmořské výšce doporučovány 3 až 4 litry tekutin denně, nyní někteří autoři doporučují dokonce 4 až 5 litrů. Důvodem je skutečnost, že ve vyšší nadmořské výšce organismus spotřebuje větší množství tekutin než v nížině, a to na podporu standardního průběhu dýchacích procesů. Mawson et al. (2000) zjistili, že ve výšce 1 900 m n. m. dochází ke ztrátě o cca 500 ml více tekutin na podporu dýchání, ve srovnání s normoxií. Příčinou tohoto jevu je nižší vlhkost vzduchu ve výšce, kdy lidské tělo pro bezproblémové využití suššího vzduchu dodává do plic větší množství tekutin (ve srovnání s nížinou). Z hlediska pitného režimu je tento jev problematický, protože neadaptovaný organismus není schopen obvykle tento druh ztráty tekutin indikovat, na rozdíl od tekutin ztracených pocením.

Ve výživě je doporučováno ve vyšší nadmořské výšce zachovávat stejné složení a kvalitu stravy, jako za běžných podmínek v nížině. Pro organismus je samotné hypoxické prostředí tak velkou zátěží, že není vhodné ho vystavovat dalším podnětům. V případě tréninkových kempů v oblastech, kde panují odlišné stravovací návyky, může snížit riziko potenciálních střevních komplikací přítomnost vlastního kuchaře, nebo alespoň konzumace běžně používaných potravin (Suchý et al., 2009).

2.7 Složení těla

Lidské tělo je velmi důmyslný mechanismus, na který můžeme nahlížet z pohledu anatomického a chemického. Z pohledu anatomického můžeme lidské tělo rozdělit na několik složek například svalstvo, kostra, tělesný tuk, vnitřní orgány. Zatímco z pohledu chemického ho dělíme na složky jako je tělesná voda, glykogen, tukové zásoby, bílkoviny, minerální látky a další.

Důležité je si uvědomit, že lidské tělo je organismus, který se skládá z určitého poměru prvků a tento poměr ovlivňuje kondici a fyzickou zdatnost, které následně ovlivňují výsledky tréninku, diety, nebo nabírání svalové hmoty (Tanita, 2018).

2.7.1 Tělesný tuk

Tělesný tuk plní celou řadu nenahraditelných úkolů v lidském organismu. Jen namátkou, tuk je bohatou zásobárnou energie, čehož organismus náležitě využívá. Tuk je nezbytný pro zdravý vývoj. Každá buňka v lidském těle obsahuje značné množství tuků, mozek je z nich tvořen dokonce ze 70 %. Tuk je součástí transportního systému pro důležité vitaminy. Tuková tkáň má termoregulační funkci, jinými slovy, chrání nás před chladem. Bez tělesného tuku se náš organismus jednoduše neobejde. Neměly bychom ho mít příliš mnoho, ale naopak ani málo. Přesné číslo ideálního procenta tělesného tuku pro jednotlivá pohlaví i věkové kategorie neexistuje. Odborné studie uvádějí vždy poměrně široké rozpětí toho, co je optimální a co už je zdraví ohrožující (Vojtěchovský, 2017).

V tabulce níže uvádím doporučené rozpětí procenta tělesného tuku pro průměrnou populaci v závislosti na jejich věku. Tabulka je rozdělena na muže a ženy.

Tabulka 1: Doporučené procentuální zastoupení tělesného tuku v těle (Vojtěchovský, 2017)

Věk	< 30	30–50	> 50
Ženy	14–21 %	15–23 %	16–25 %
Muži	9–15 %	11–17 %	12–19 %

2.7.2 Svalová hmota

Svalová hmota se skládá z kosterního svalstva, hladké svaloviny jako jsou například srdeční či zažívací svaly a vody obsažené ve zmíněných svalech. Svaly hrají důležitou roli, protože fungují jako motor ve spotřebě energie. Jak se svalová hmota zvyšuje, tak energetická spotřeba roste a pomáhá snížit přebytek tělesného tuku a zhubnout zdravým způsobem.

Procento svalové hmoty v těle se liší v závislosti na pohlaví jedince a typu sportu, kterému se věnuje. Proto by se měl tento poměr pro každého jedince stanovovat individuálně. Množství svalové hmoty v těle se mění v závislosti na změnách množství tělesného tuku a tělesné vody. Nárůst svalové hmoty nastává v případě, kdy se snižuje množství tělesného tuku a zvyšuje množství tělesné vody (Tanita, 2018).

2.7.3 Tělesná voda

Procento tělesné vody je celkové množství tekutiny v lidském těle vyjádřené jako procentní podíl její celkové hmotnosti. Voda hraje zásadní roli v mnoha tělesných procesech a nachází se v každé buňce, tkáni a orgánu. Při správném množství vody v těle si zajistíte funkci tělesných procesů a snižuje riziko vzniku souvisejících zdravotních problémů. Hladina vody v těle přirozeně kolísá během dne a noci. Tělo má tendenci k dehydrataci po dlouhém nočním spánku a tam jsou rozdíly v rozložení tekutin mezi dnem a nocí. Přejídání se, nadměrná konzumace alkoholu, menstruace, nemoci, cvičení a koupání mohou způsobit změny v úrovni hydratace. Hodnoty tělesné vody by měly sloužit jako vodítko a neměly by být použity k určení doporučeného procentuálního zastoupení vody v těle. Je důležité se podívat na dlouhodobé změny v celkovém procentu tělesné vody a udržovat konzistentní, zdravé procento celkové tělesné vody. Pití velkého množství vody v jednom sezení nezmění okamžitě hladinu vody. Každý jedinec se liší, ale přibližná linie průměrné celkové tělesné vody se pohybuje v procentech pro zdravého dospělého mezi těmito hodnotami (platí pro věk 18–99):

- ženy: 45–60 %
- muži: 50–65 %

Procento celkové tělesné vody bude spíše klesat, pokud se procento tělesného tuku zvyšuje. Osoba s vysokým procentem tělesného tuku může mít nižší než průměrné procento vody v těle. Jestliže dojde ke snížení množství tělesného tuku, mělo by se procento celkové tělesné vody postupně přiblížit uvedeným rozmezím (Tanita, 2018).

V tabulce níže uvádím obsah celkové tělesné vody v lidském těle v závislosti na věku, tabulka je opět rozdělena na muže a ženy.

Tabulka 2: Obsah tělesné vody v těle (Tanita, 2018)

Věk	10–18	18–40	40–60	> 60
Ženy	57 %	51 %	47 %	46 %
Muži	59 %	61 %	55 %	52 %

2.8 Wingate test

Tento test využíváme, když chceme zjistit anaerobní kapacitu a silové schopnosti organismu u testovaného jedince. Celý test je prováděn na bicyklovém ergometru. Při tomto testu sledujeme hodnotu maximálního, průměrného a maximálního 5 sekundového výkonu. Další sledovanou hodnotou je index únavy neboli rychlost únavy. Během testu jsme také schopni analyzovat sílu a načasování záběru dolních končetin. Pomocí této analýzy jsme schopni přijít na odchylku ve výkonnosti levé nebo pravé končetiny. Dále můžeme rozpoznat špatné načasování záběru jedné, nebo obou končetin. Když odstraníme zmíněné nedostatky, tak je velmi pravděpodobné, že u testovaného jedince dojde ke zlepšení v jeho výkonnosti. Další výhodou je vylepšení techniky pohybu, která vede jednak k odstranění svalových dysbalancí, ale také tím dokážeme snížit riziko různých svalových poranění. Průběh tohoto testu můžeme přizpůsobit potřebám testovaného jedince, které jsou ovlivněny tím, jestli sportuje pravidelně či pouze rekreačně. Wingate test však není vhodný pro nesportující populaci, jelikož je tento test po fyzické stránce velice náročný. Při budoucím opakování testu je ale zcela nezbytné dodržovat stejný průběh testu, aby naměřené hodnoty mohli být porovnatelné (Heller & Pavliš, 1998).

Průběh testu

Vhodné je se před započítím Wingate testu řádně rozcvičit, prohřát svalstvo a lehce se protáhnout. Potom se na pedálu ergometru nastaví neměnný točivý moment. Testovaný proband nejdříve šlape na ergometru v klidném tempu při stejných otáčkách, poté začne test a proband musí začat šlapat naplno. Po 30 sekundách šlapání na maximální výkon je test ukončen, ale z ergometru proband ještě neslézá. Po testu musí následovat vyjetí v klidném tempu, které trvá asi 1 minutu, při tomto vyjetí dojde k vydýchání a uvolnění organismu probanda (Heller, 1996).

Ideální hodnoty

Validita tohoto testu je velmi vysoká. Výkon v tomto testu je určován otáčkami a odporem, který je nastaven dle hmotnosti testovaného jedince. U většiny lidí je ideální frekvence zhruba 100 otáček za minutu. Za zmíněné frekvence jsou testovaní jedinci schopni podávat své nejlepší výkony. Tento test trvá 30–40 sekund, výkon je tedy převážně hrazen díky štěpení kreatinfosfátu a anaerobní glykolýzy. Mezi parametry, které jsou hodnoceny, řadíme maximální výkon, maximální 5 sekundový výkon

a průměrný výkon, které jsou počítány z jednosekundových intervalů a následně přepočítány na celkovou hmotnost testovaného jedince. Dalším hodnotícím parametrem je index únavy (Heller & Vodička, 2011).

Příprava před testem

Je velmi důležité, aby před testem byl testovaný proband dostatečně zregenerovaný a odpočatý po předchozí fyzické zátěži. V opačném případě může díky nedostatečné regeneraci dojít k velmi zásadnímu ovlivnění naměřených hodnot během testu. V budoucnu bychom tedy nemohli výsledné hodnoty porovnávat s výsledky jiného testu. Další nutnou podmínkou, kterou jsem již zmiňoval je dostatečné protažení a zahřátí organismu před započítáním testu. Dále by se také před testem nemělo minimálně dvě hodiny jíst. Na druhou stranu se ale nedoporučuje test provádět zcela nalačno. Co se týče příjmu tekutin, tak ten by měl až do testu odpovídat normálu (Heller & Pavliš, 1998).

Riziko testování

Jelikož testovaný jedinec podává během testu zcela maximální výkon, tak hrozí, že během testu dojde ke svalovému zranění. Proto je nezbytné před testem velmi důkladně zahřát svalstvo a protáhnout se. Dalším rizikem je, že testovaný jedinec přecení své fyzické síly ve snaze podání maximálního výkonu. Tím může vyvolat fyzické přepětí organismu, které má za následek pocit na zvracení doprovázený slabostí. Možnou komplikací je vyskočení boty z nášlapu bicyklového ergometru. Z tohoto důvodu je nutné, aby byly zámky nášlapu dostatečně utaženy a bota se tak nemohla z nášlapu uvolnit (Heller, 1996).

2.8.1 Maximální výkon

Maximální výkon/kg

Maximální výkon je nejvyšší zaznamenaná hodnota, které proband dosáhl během celého Wingate testu. Této maximální hodnoty dosahují probandi většinou během prvních pěti sekund po započítání testu, jelikož mají nejvíce sil. Naměřená hodnota maximálního výkonu se poté ještě přepočítává tak, že se vydělí hmotností probanda a tím dostaneme finální hodnotu maximálního výkonu na jeden kilogram váhy testovaného probanda (Heller & Vodička, 2011).

Průměrný výkon/kg

Průměrný výkon z celého 30–40 ti sekundového zatížení zase vypovídá o anaerobní kapacitě testovaného probanda. Průměrný výkon získáme logickým způsobem a to, když vezmeme všechny zaznamenané hodnoty výkonu během testu a uděláme z nich aritmetický průměr. Tuto vypočtenou hodnotu opět musíme vydělit hmotností probanda, abychom dostali finální hodnotu průměrného výkonu na jeden kilogram váhy testovaného probanda (Heller & Vodička, 2011).

Maximální 5 sekundový výkon/kg

Tento druh výkonu je velmi podobný tomu maximálnímu akorát (jak už název napovídá), tento výkon se měří po dobu pěti sekund. Jinak řečeno je to pět sekund z celého testu, při kterých proband dosáhl nejvyšších hodnot výkonu. U velké většiny případů bývá těchto nejvyšších hodnot dosahováno v prvních pěti sekundách testu. Součástí maximálního 5 sekundového výkonu je samozřejmě i samotný maximální výkon. Naměřenou hodnotu maximálního 5 sekundového výkonu potom musíme opět vydělit hmotností probanda, jako tomu bylo u maximálního a průměrného výkonu. Finální hodnota je tedy maximální 5 sekundový výkon na jeden kilogram váhy testovaného probanda. Všechny tři parametry, které se týkají výkonu, se uvádějí ve wattech (Kučera & Dylevský, 1999).

2.8.2 Index únavy

Vypočítáním procentuálního podílu poklesu výkonu od úvodního po závěrečný interval dostaneme index únavy neboli rychlost únavy. Tuto hodnotu získáme tak, že od hodnoty maximálního výkonu odečteme hodnotu minimálního výkonu a tuto získanou hodnotu vydělíme hodnotou maximálního výkonu. Poté výslednou hodnotu vynásobíme 100 a tím dostaneme index únavy vyjádřený v procentech. Vzorec tedy vypadá následovně: $\frac{W_{max} - W_{min}}{W_{max}} \times 100$

Test poukazuje na podíl aktivace rychlých a pomalých, respektive bílých a červených svalových vláken, tedy nepřímo i o jejich poměrném zastoupení ve svalech testovaných jedinců, což přibližně ukazuje, jaké maximální rychlosti je schopen proband dosáhnout. Jestliže má sportovec vyšší hodnotu indexu únavy, má lepší předpoklady pro rychlostní disciplíny. V případě, že má sportovec nižší hodnotu indexu únavy, má lepší předpoklady pro vytrvalostní disciplíny (Kučera & Dylevský, 1999).

2.9 Spiroergometrie a spirometrie

Spiroergometrie je test vhodný zejména pro vytrvalostní sporty. Jeho výsledky vypovídají o výkonnosti kardiovaskulárního systému a o oxidativní kapacitě kosterního neboli příčně pruhovaného svalstva, což jsou pro vytrvalostní sporty základní předpoklady.

Ve výkonnostní diagnostice zaujímá spotřeba kyslíku velmi významné postavení. Vedle srdeční frekvence a laktátu patří k nejdůležitějším diagnostickým veličinám. Maximální spotřeba kyslíku ukazuje na schopnost organismu přijmout kyslík, transportovat ho pracujícím svalům, ale také na schopnost svalů dodaný kyslík využít.

Smyslem testu je zjištění funkčních předpokladů jedince pro daný sport či sportovní odvětví, a to zejména vytrvalostních předpokladů.

Opakované testování je také velmi důležitým diagnostickým parametrem, a to při sledování adaptace organismu na tréninkovou zátěž v různých fázích ročního tréninkového cyklu.

Testování by se mělo provést na nejvhodnějším typu trenažérů. Cyklisté jej bez problémů absolvují na bicyklovém ergometru, pro veslaře jsou k dispozici vynikající veslařské trenažéry, běžci a lyžaři využijí běžeckého pásu. V České republice v současné době není k dispozici běhací pás pro lyžaře, za poměrně výhodných podmínek však lze využít tohoto zařízení ve špičkovém, tréninkově diagnostickém středisku v německém Oberwiesenthalu, kde je běhací pás a svojí velikostí a povrchem je vhodný i pro běh na kolečkových lyžích včetně použití hůlek. Pro běžce na lyžích, biatlonisty a sruženáře znamená absolvování testu na tomto trenažéru velmi výrazné přiblížení jejich skutečnému závodnímu nasazení.

Vlastní test je nastaven tak, že po úvodním zahřátí organismu je testovanému jedinci postupně zvyšována zátěž až do jeho osobního maxima. Po celou dobu testu je připojen na přesné snímací zařízení, které měří požadované parametry (Casri, 2018).

Spiroergometrické ukazatele

Mezi ukazatele, které můžeme označit jako spiroergometrické patří: $VO_2\max$, minutový respirační objem, ventilační práh, minutový příjem kyslíku, kyslíkový dluh, tepový kyslík, poměr respirační výměny, minutový výdej oxidu uhličitého a nepřímá energometrie (Novotný, 2013).

2.9.1 VO₂max

VO₂max je jeden z nejlepších ukazatelů aerobní vytrvalosti, jinými slovy je to měřítko naší fyzické kondice. Když se budeme ptát jaká je definice VO₂max, tak odpovíme, že je to maximální využití kyslíku, a že uvádí výši kyslíku spotřebovanou v mililitrech na kilogram tělesné hmotnosti za minutu. Platí zde pravidlo čím více, tím lépe neboli čím vyšší číslo, tím více kyslíku se nám dostane do svalů. Díky tomu dokážeme rychleji a mnohem déle vykonávat nějakou pohybovou a fyzicky náročnou aktivitu jako je například běžecké lyžování. Je to vlastně největší možné množství kyslíku, které svaly mohou využít z přijaté energie.

Hodnota VO₂max nám hodně napoví o naší fyzické zdatnosti a vytrvalosti. Funguje zde jednoduchá úměra, která říká, že čím je hodnota VO₂max vyšší, tím mohou jak profesionální sportovci, tak amatéři předvádět lepší výkony, jelikož využívají větší množství kyslíku, které je dostupné pro jejich svaly (Válek, 2008).

Jak můžeme ovlivnit hodnotu VO₂max?

Většina vědců se shodla na tom, že dědičnost se významně podílí na výši vytrvalosti, tedy hodnotě VO₂max, a to až z 50 %. Zbývající část můžeme ovlivnit kvalitním, usilovným, vhodně zaměřeným, a především pravidelným tréninkem. Paradoxem ale je, že netrénovaní jedinci po náročném tréninku mohou zvýšit svoji hodnotu VO₂max až o 25 %, na druhou stranu trénovaní jedinci mohou zvýšit svou hodnotu pouze minimálně, jelikož se už blíží ke své maximální možné hranici (je to vlastně logické, protože mezitím už získali velkou vytrvalost). Obecně však hodnoty VO₂max bývají různé i podle pohlaví. Muži mají průměrně vyšší hodnotu než ženy. Dále pak záleží na věku a nadmořské výšce. Pro představu uvedu příklad: člověk se sedavým způsobem života má průměrně 30–35 ml/kg/min, zatímco velmi dobří vytrvalostní sportovci okolo 60–75 ml/kg/min. (Válek, 2008).

Výši VO₂max však ovlivňuje několik dalších faktorů. Kromě genetických předpokladů, pohlaví, věku a nadmořské výšky to je zejména výkon srdce a schopnost krevního oběhu přenášet kyslík. U trénovaných jedinců je VO₂max omezen i kapacitou plic. Malé nebo menší plíce totiž nejsou schopny oproti průměrným plicím natolik nasytit kyslíkem zvětšený objem krve vytlačený ze srdce. To, jakým způsobem bude okysličená krev využita ve svalech, závisí na svalové fyziologii neboli na schopnosti svalů zužitkovat kyslík (Vojtěchovský, 2010).

Jak se VO₂max měří?

Nejpřesnější měření VO₂max probíhá ve speciálních střediscích nebo laboratořích. K měření se využívají běžecké pásy či bicyklové ergometry. Někde se využívají testy na dráze se speciálním telemetrickým zařízením, které má běžec na zádech. Toto zařízení je velmi lehké, jeho hmotnost je zhruba 1 kg. Měří se koncentrace kyslíku ve vdechovaném a vydechovaném vzduchu, potom následují další měření a porovnávání, ze kterých vyjde poměrně přesná hodnota VO₂max. Výsledné hodnoty VO₂max. se mohou udávat ve dvou variantách, buď v absolutních číslech (ml/min.), nebo přepočtené na kilogram tělesné hmotnosti (ml/kg/min.). Právě tuto druhou metodu uvádění hodnot VO₂max používáme v našem výzkumu. U nás podobná měření provádí i pro širokou veřejnost například pracoviště s názvem CASRI. Pokud nechcete trápit své tělo v laboratoři na běžeckém páse, bicyklovém ergometru nebo na běžecké dráze, můžete vyzkoušet jednu z jednodušších metod vlastního výpočtu. Výsledky poté však nemůžete vydávat za přesné, ale pouze za orientační. Existuje celá řada testů, příkladem je chůze na 2 km nebo VO₂max calculator (Vojtěchovský, 2010).

Porovnání VO₂max

Co se týče porovnání mezi běžnou populací a profesionálními sportovci, tak průměrný netrénovaný člověk spotřebuje asi 45–50 ml/kg/min. Nejlepších výsledků bylo naměřeno u běžců na lyžích, s více než 94 ml/kg/min. To lze vysvětlit tím, že při běhu na lyžích se najednou zapojuje do práce až 80 % svalů, zatímco u běžce asi jen 60 %. Dalším výrazným sportem v odvětví VO₂max je cyklistika, zde drží rekord na ergometru vítěz Tour de France Greg Lemond, jemu bylo naměřeno 92,5 ml/kg/min. Nejvyšších absolutních hodnot, a to přes 6,5 l/min. dosahují veslaři, jenže jejich výsledné hodnoty VO₂max, které jsou následně přepočítané na kilogram váhy, jsou díky jejich vyšší hmotnosti mnohem nižší, činí zhruba 70 ml/kg/min.

Ve srovnání člověka a zvířete je to následovně. VO₂max průměrného člověka můžeme srovnat s aerobní výkonností krávy, kozy nebo lva. I ty nejlepší lidské vytrvalce daleko předčí zajíc, jehož hodnota dosahuje 100 ml/kg/min, závodní kůň se dostává vysoko přes 100 ml/kg/min. Nejvyšší VO₂max. mají drobná zvířata, například hodnota laboratorní myši dosahuje až 250 ml/kg/min.

Porovnání VO₂max a rychlosti pohybu si vysvětlíme na běžeckém příkladu. Maratonci se pohybují přibližně na 85 % maximální spotřeby kyslíku, elitní běžci na

dlouhé tratě (5000 m) dokáží udržet tempo na úrovni 100 % VO_2max , ale sprinteři a běžci na střední tratě (800 a 1500 m) pracují na takzvaný „kyslíkový dluh“, rychlost pohybu tak výrazně překračuje schopnost organismu dodávat kyslík do svalů (Taussig, 2010).

Nejvyšší hodnoty VO_2max

V tabulce níže uvádím deset naměřených a publikovatelných hodnot relativního VO_2max . Na každém řádku je znázorněna nejvyšší naměřená hodnota VO_2max v dané sportovní disciplíně, kterou kdy člověk v historii sportu zatím dosáhl. Jak můžete v tabulce vidět, tak velká většina sportovních disciplín je z běžeckého odvětví.

Tabulka 3: Nejvyšší naměřené a publikovatelné hodnoty relativního VO_2max v dané sportovní disciplíně (upraveno dle Vojtěchovský, 2010)

Jméno sportovce	Druh sportovní disciplíny	Hodnota VO_2max
Espen Harald Bjerke, Bjorn Daehli	běh na lyžích	96,0 ml/kg.min.
Greg LeMond	cyklistika	92,5 ml/kg.min.
Matt Carpenter	Pikes Peak marathon	92,0 ml/kg.min.
Marius Bakken	běh na 5000 m	87,4 ml/kg.min.
Dave Bedford	běh na 10 000 m	85,0 ml/kg.min.
John Ngugi	kros	85,0 ml/kg.min.
Kip Keino	běh 1 500 m	82,0 ml/kg.min.
Joan Benoit	maraton	78,6 ml/kg.min.
Bruce Fordyce	ultramaraton	73,3 ml/kg.min.
Jarmila Kratochvílová	běh 800 m	72,8 ml/kg.min.

2.9.2 Tepový kyslík

Tepový kyslík je podíl minutového příjmu kyslíku v mililitrech a příslušné minutové srdeční frekvence. Vyjadřuje množství kyslíku, které je srdce schopno jedním tepem přenést do tkání. Jeho maximální hodnota v přepočtu na kg hmotnosti je nepřímým ukazatelem funkční kapacity myokardu. Neočekávaně nižší hodnoty při standardní zátěži mohou být známkou přetížení myokardu. Maximální hodnoty jsou ovlivněny snahou sportovce. Klidové hodnoty jsou kolem 5 ml. Maxima u netrénovaných mužů jsou asi 15–16 ml a u žen zhruba 10–11 ml. U vytrvalostních sportovců s velkým srdečním objemem jako jsou například veslaři, lyžaři nebo běžci dosahuje tepový kyslík hodnot 30–35 ml (Novotný, 2013).

2.9.3 Minutový respirační objem

Je jedním ze základních ukazatelů spiroergometrie. Je to objem vzduchu, který prodýcháme za jednu minutu. Její hodnotu dostaneme, když vynásobíme dechový objem plic a dechovou frekvenci. Klidové hodnoty jsou u dospělých osob kolem 5-6 l.min⁻¹. Aby měření probíhalo správně je potřeba dbát na určitá pravidla, a to především na kontrolování těsnosti masky a ucpávky nosu. Minutový respirační objem může být, ale také negativně ovlivněn například nepříjemným pocitem, nesnášenlivostí a odporem ke způsobu měření. Maximální hodnoty jsou ovlivněny mírou úsilí sportovce. Mírné zvýšení zhruba na dvojnásobek klidové ventilace, můžeme pozorovat už těsně před započítáním zátěže, jako projev startovního stavu.

V průběhu zátěže je ventilace výrazně zvýšena, toto zvýšení nazýváme hyperventilace. Zvýšená ventilace koreluje se zvýšenou mírou zátěže a je odrazem zvýšené potřeby přísunu kyslíku při aerobním získávání energie pro svalovou práci. Při dalším zvyšování intenzity zatížení se ventilace zvyšuje ještě rapidněji, aby umožnila větší výdej oxidu uhličitého, jenž je součástí mechanismu kompenzace zátěžové acidózy. Tím je vlastně ventilace komplexnějším ukazatelem zatížení energetického metabolismu a vnitřního prostředí než pouhý příjem kyslíku. Místo začátku strmějšího nárůstu ventilace (bod zlomu) v závislosti na příjmu kyslíku v průběhu rostoucí zátěže je používán ke stanovení tzv. ventilačního anaerobního prahu. Ventilace může dosahovat při maximální zátěži dospělých mužů hodnot kolem 200 l.min⁻¹. Maximální hodnoty jsou vyšší u sportovce s lepší adaptací na vytrvalostní zatížení, jelikož sportovec, který má větší respirační objem plic, má také větší sílu a lepší využití dýchacích svalů.

Po skončení zátěže ventilace klesá. Po maximální zátěži a maximální ventilaci bývá návrat ke klidovým hodnotám přibližně za 10 až 15 minut, o něco dříve, než je tomu u příjmu kyslíku. Nepřiměřená hyperventilace v klidu nebo při standardní zátěži je známkou aktivity mechanismu pro kompenzace acidózy – zvýšeným výdejem CO₂ (Novotný, 2013).

Spirometrie

Spirometrie je funkční vyšetření plic, patří k základním vyšetřením v diagnostice onemocnění plic a dýchacích cest. Jeho provedení je nezbytné u všech stavů dušnosti, u déle trvajících kašle, u nejasných rentgenových plicních nálezů. Zvláště důležitou úlohu má pak toto vyšetření před operacemi a invazivními výkony, protože dovoluje posoudit závažnost onemocnění plic a zachytit poruchu, ke které může dojít v nepříznivých pracovních podmínkách nebo vlivem škodlivých návyků, jako je kouření.

Standardní funkční vyšetření plic je dnes nejčastěji prováděno metodou křivky průtokového objemu. Z této křivky lze vyhodnotit jak plicní objem (VC), tak hodnotu jednosekundové kapacity (FEV₁) a výdechových rychlostí na různých úrovních vitální kapacity. Klient, kterému má být provedeno vyšetření, je pozván do pracovny, je mu nabídnuto, aby se posadil a pět až deset minut zůstal v klidu. Tento časový úsek je nutný k tomu, abychom si zaznamenali všechny údaje klienta do počítače, jeho jméno a příjmení, věk, výšku, váhu a pohlaví, datum vyšetření, a jméno lékaře, jenž vyšetření žádá. Zbytek odpočinkového času využijeme k přípravě pacienta před vyšetřením a vysvětlíme mu techniku, kterou bude muset zvládnout, aby vyšetření vedlo k požadovanému výsledku.

Vyšetření se provádí ve stoje nebo v sedě, podle momentální kondice klienta. Hrudník se musí volně pohybovat, není žádoucí předklon ke konci výdechu. Je třeba dbát na hladký přechod mezi nádechem a následným usilovným výdechem. Doporučuje se krátká pauza v poloze maximálního nádechu. Vyžadují se nejméně tři dechy provedené s maximálním úsilím a správnou technikou. Je-li manévr špatně proveditelný – převážně u starých osob, zkusíme ho ještě zopakovat. Nepravidelnosti na křivkách bývají způsobeny nejčastěji kašlem, obstrukcí náustku jazykem, uvolněným umělým chrupem. Běžné chyby při manévru usilovného výdechu, na které musíme dávat pozor a upozornit klienta, je neúplný nádech, špatné těsnění mezi rty a náustkem, stlačení náustku tlakem chrupu, není použito maximálního výdechového úsilí.

Vyšetřovaný by neměl před vyšetřením kouřit a neměl by být krátce po jídle. Po skončení vyšetření vyzveme klienta, aby se posadil a počkal, až počítač zhodnotí výsledek. Dobu, během které čekáme na vyhodnocení, využijeme na odebrání osobní anamnézy. Ptáme se vyšetřovaného, zda kouří, kolik cigaret kouří denně a jak dlouho, dále se ptáme na některá plicní onemocnění, na práci v prašném prostředí a délku expozice prachu. Vyhodnocené vyšetření zaznamenáváme pomocí tiskárny na protokol. Do protokolu zapíšeme už výše uvedené poznámky a dáme vyšetření k popisu lékaři. Protokoly s popisem obdrží buď pacient přímo do rukou nebo je zaslán požadujícímu lékaři (Nemocnice Podlesí, 2018).

Spirometrické ukazatele

Spirometrické ukazatele dělíme na dvě skupiny. První skupinou jsou klidové neboli statické parametry a druhou skupinou jsou dynamické parametry. Mezi statické parametry řadíme: dechový objem, expirační rezervní objem, inspirační rezervní objem, reziduální objem, vitální kapacitu plic, celková plicní kapacita, funkční reziduální kapacita a inspirační kapacita. Mezi dynamické parametry řadíme: usilovná vitální kapacita – usilovný výdech, expirační sekundová kapacita, poměr sekundové kapacity k FVC, průměrná rychlost toku ve střední polovině FVC, maximální výdechová rychlost a maximální tok po vydechnutí 50 % vitální kapacity (Huptych, 2011).

2.9.4 Usilovná vitální kapacita

Usilovná vitální kapacita je spirometrický ukazatel, který může být také uváděn jako usilovný výdech a v laboratorních protokolech ho najdeme pod zkratkou FVC z anglického výrazu forced vital capacity. Tento ukazatel se udává v litrech a díky němu zjistíme množství vzduchu, jaké je jedinec schopný vydechnout po maximálním nádechu za pomoci maximálního úsilí neboli maximální výdech po maximálním nádechu. Tento ukazatel nám nepřímo ukazuje mechanické vlastnosti dýchacích orgánů. Toto vyšetření probíhá v ideálním případě v klidném prostředí a testovaný jedinec má zklidněný organismus. U jedinců, kteří nemají pravidelný trénink, je průměrná hodnota FVC od 4,5 do 5 l. Dle Buzka (2007) dosahují netrénovaní jedinci hodnot od 3 do 4 l a trénovaní od 5 do 6 l, občas i více. Jedincům, kteří trénují pravidelně a poctivě se může hodnota FVC vyšplhat až na 8 l. Mezi hlavní faktory, které mohou ovlivnit průběh vyšetření, patří věk, tělesná hmotnost, výška a sportovní aktivita testovaného jedince (Bartůňková, 2010).

3 Cíl, úkoly a hypotézy práce

3.1 Cíl práce

Cílem práce je zjistit vliv pobytu a pohybové aktivity v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. na somatické a fyziologické předpoklady studentů fakulty tělesné výchovy a sportu na Jihočeské univerzitě během lyžařského kurzu.

3.2 Úkoly práce

- Obsahová analýza literatury.
- Testování kondičních předpokladů jednotlivých studentů před kurzem.
- Vyplnění dotazníku č. 1 týkajícího se týdenní fyzické zátěže před kurzem.
- Vyplnění dotazníku č. 2 týkajícího se týdenní fyzické zátěže během kurzu.
- Testování kondičních předpokladů jednotlivých studentů po kurzu.
- Porovnání naměřených hodnot.
- Zpracování výsledků do grafické podoby.
- Vytvoření závěru z porovnaných hodnot.

3.3 Hypotézy práce

H1: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně sníží množství tělesného tuku.

H2: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší množství svalové hmoty.

H3: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší množství tělesné vody.

H4: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota maximálního výkonu.

H5: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota průměrného výkonu.

H6: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota maximálního 5 sekundového výkonu.

H7: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota indexu únavy.

H8: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota $VO_2\text{max}$.

H9: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota tepového kyslíku.

H10: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota minutového respiračního objemu.

H11: U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota usilovné vitální kapacity.

4 Metodologie

4.1 Charakteristika výzkumu

Týdenní lyžařský kurz proběhl ve Francouzském zimním středisku Alpe d'Huez. Studenti byli po dobu kurzu ubytováni v nadmořské výšce 1860 m n. m. Pohybová aktivita na kurzu probíhala v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. Účastníky výzkumu jsou všichni, kteří byli ochotni se podrobit testování před kurzem a po něm. Výzkumný soubor je tvořen 21 studenty z katedry tělesné výchovy a sportu na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích. Plánovaný počet probandů byl 23, ale u dvou probandů nemohlo proběhnout závěrečné měření po kurzu kvůli špatnému zdravotnímu stavu, tudíž jejich hodnoty nemohly být porovnány a probandi tedy nebyli zařazeni do výzkumu. Výzkumný soubor probandů tedy tvořilo 21 studentů, při čemž mužů bylo 13 a žen 8. Každého probanda tedy čekala dvě měření, první před kurzem a druhé po kurzu. Obě měření byla shodná, obsahem měření bylo spiroergometrické vyšetření a Wingate test. Pouze u probanda číslo 15 během druhého měření po kurzu nemohl z důvodu zdravotních problémů proběhnout Wingate test, tudíž jsme nezískali hodnoty, které jsme potřebovali k porovnání s hodnotami před kurzem, a proto jsme probanda číslo 15 zařadili do výzkumu pouze ve spiroergometrické části. Vybraní probandi byli seznámeni s cílem práce, a hlavně s úkoly práce, které s nimi souvisely. Dále pak souhlasili s využitím naměřených dat do mé diplomové práce.

Během prvního měření v laboratoři byly všem probandům naměřeny jejich tělesné parametry. Výšku jsme změřili pomocí antropomotorického metru. Ostatní tělesné parametry jsme měřili přístrojem TANITA BC – 418 MA, který je k dispozici v laboratoři tělesné výchovy a sportu. V tabulce č. 4 jsou uvedeny hodnoty mužů a v tabulce č. 5 hodnoty žen.

Tabulka 4: Popis zkoumaných probandů – muži

Proband	věk (let)	výška (cm)	hmotnost (kg)
Proband 1	21	178	74,2
Proband 2	21	184	76,1
Proband 3	21	190	85,6
Proband 4	20	181	74,6
Proband 5	20	192	92,3
Proband 6	19	187	82,5
Proband 7	22	177	75,1
Proband 8	19	189	77,8
Proband 9	19	172	61,9
Proband 10	20	191	99,6
Proband 11	19	176	70
Proband 12	19	173	69,9
Proband 13	19	179	68,8

Tabulka 5: Popis zkoumaných probandů – ženy

Proband	věk (let)	výška (cm)	hmotnost (kg)
Proband 14	19	170	64,3
Proband 15	20	169	58,1
Proband 16	20	164	57,4
Proband 17	20	172	68,4
Proband 18	20	171	77,5
Proband 19	19	167	60,5
Proband 20	19	164	59,4
Proband 21	19	172	57,8

4.2 Organizace práce

4.2.1 Složení těla a fyziologické předpoklady

Pro zjištění fyziologických předpokladů a složení těla před a po lyžařském kurzu jsme použili vybavení laboratoře katedry tělesné výchovy a sportu. V laboratoři jsme k měření probandů využili tři přístroje. První přístroj Tanita BC 418 MA sloužil ke zjištění tělesného složení probandů. Druhý přístroj Cortex Metaccontrol 3000 a třetí přístroj Ergometr LODE Excalibur Sport sloužili ke zjištění fyziologických předpokladů, které jsme získaly pomocí Wingate testu a spiroergometrie. U složení těla jsme měřili tělesný tuk, tělesnou vodu a svalovou hmotu. Hodnota svalové hmoty ukazuje celkovou hmotnost svalů v těle. Do svalové hmoty spadá kosterní (příčně pruhované) svalstvo, hladká svalovina jako jsou například srdeční a zažívací svaly a také voda obsažená v těchto svalech (Tanita, 2018). U Wingate testu jsme se zaměřili na hodnoty maximální výkon, průměrný výkon, maximální 5 sekundový výkon a index únavy. U spiroergometrie nás zajímala především hodnota VO_2max , Minutový respirační objem, funkční vyšetření plic a tepová frekvence. Měření probíhalo následujícím stylem, první měření proběhlo v týdnu před lyžařským kurzem v laboratoři KTVS, v pátek následoval odjezd na lyžařský kurz do Francie do střediska Alpe d'Huez, kde probíhal týdenní lyžařský výcvik, po skončení kurzu následoval návrat do České republiky, další týden proběhlo druhé měření opět v laboratoři.

4.2.2 Wingate test

Před započítím Wingate testu je velmi důležité se dostatečně rozcvičit, zahřát organismus a prohřát svalstvo, poté je důležité se řádně protáhnout, a to především dolní končetiny, ale doporučuje se protáhnout celé tělo. Po celkovém rozcvičení a zahřátí celého organismu je nutné si správně nastavit výšku sedadla a řídítek a vzdálenost mezi nimi. Pro dosažení maximálního výkonu je potřeba pořádně utáhnout zámky na nášlapech ergometru, jinak by hrozilo, že by nám mohla vypadnout noha z nášlapu během testu. Když je bicyklový ergometr kompletně nastaven, proband na něj nasedne a test může začít. Na začátku testu šlape testovaný proband na ergometru v klidném tempu a udržuje konstantní otáčky, a to kolem šedesáti otáček za minutu. V tomto tempu proband šlape po dobu 1,5 minuty, poté vyvine první zrychlení na 120 otáček za minutu, když dosáhne těchto otáček, tak se proband vrátí zpět na 60 otáček za minutu a v tomto tempu pokračuje. Druhé zrychlení, které má stejný

průběh jako první zrychlení, provede proband znovu ve třetí minutě testu. V momentu, kdy test trvá necelých pět minut, tak vyšetřující dá testovanému probandovi znamení, ten postupně začne zrychlovat, aby se za pár sekund dostal na 100 otáček za minutu. Zmíněných 100 otáček za minutu by měl proband dosáhnout právě po pěti minutách testu. Když proband dosáhne potřebných otáček, začne hlavní část testu. Proband v tuto chvíli začíná šlapat na své maximum, které se snaží udržet po dobu 30 sekund. Během těchto 30 sekund, při kterých proband podává zcela maximální výkon je velmi vhodné probanda jakýmkoliv způsobem povzbuzovat, hlavně ke konci testu, kdy se zmenšují zásoby sil a tempo rapidně zpomaluje. Po uplynutí 30 sekund maximálního výkonu následuje vyjetí, při kterém dojde k vydýchání jedince a zklidnění celého organismu, toto vyjetí trvá zhruba 2,5 minuty. Po závěrečném vyjetí je tento test ukončen. K nejdůležitějším parametrům, které získáme během tohoto testu, patří maximální výkon, průměrný výkon, maximální 5 sekundový výkon a index únavy.

4.2.3 Spiroergometrie a spirometrie

Před začátkem testu je velmi důležité, aby si vyšetřující a testovaný proband domluvili pravidla, které se týkají jejich komunikace během testu. Tato domluva se dělá, protože testovaný proband nesmí během testu vůbec mluvit, jinak by totiž mohlo dojít k ovlivnění konečných výsledků a test by se musel opakovat. Další fází je klidová spirometrie, při níž je proband v klidu a pouze sedí na ergometru. Testovaný proband zpočátku jen klidně dýchá několik sekund a poté provede maximální nádech, po kterém následuje maximální výdech, díky tomu zjistíme celkový objem plic probanda a jeho odpor v dýchacích cestách. Třetí fáze má podobný postup jako fáze druhá, proband sedí v klidu na ergometru, akorát při dýchání využívá maximálního úsilí a intenzity, tímto testem zase získáme hodnotu objemu vzduchu prodýchaného za minutu s maximálním úsilím neboli test maximální volní ventilace. Čtvrtá fáze je spojena s nasazením speciální masky, která je napojena na průtokový analyzátor plynů, díky němuž dokážeme změřit objem vydechovaného vzduchu a množství kyslíku a oxidu uhličitého v něm. Pátá fáze už je spjata se samotným zátěžovým testem. Během tohoto testu šlape testovaný proband na bicyklovém ergometru. Na začátku testu činí jeho rychlost zhruba 60 až 70 otáček za minutu. Tato rychlost se v průběhu testu stále postupně navyšuje až do doby, kdy probandovi dojdou zásoby sil a začne klesat jeho rychlost. Proband tedy při tomto testu jede až do úplného maxima svých sil. K úplnému vyčerpání probandových

sil většinou dochází mezi šestou a sedmou minutou testu. V některých ojedinělých případech se to může samozřejmě lišit, a to, když je výkonnost probanda buď nadprůměrně vysoká, nebo naopak nadprůměrně nízká. Poslední fáze je klidová, díky závěrečnému vyjetí dojde ke zklidnění organismu. Rychlost se zpátky nastaví na počátečních 60 až 70 otáček za minutu, ve kterých proband šlape ještě zhruba tři minuty a poté je test ukončen. V průběhu tohoto testu jsou zaznamenávány následující veličiny: elektrokardiogram neboli EKG, krevní tlak, tepová frekvence, objem prodýchaného vzduchu, spotřeba kyslíku a výdej oxidu uhličitého. Díky těmto naměřeným hodnotám můžeme dále zjistit anaerobní práh, objem prodýchaného vzduchu za minutu na vrcholu zátěže, maximální spotřebu kyslíku a maximální výdej oxidu uhličitého během největší zátěže.

4.3 Použité přístroje

4.3.1 *Tanita BC 418 MA*

Jedná se o vrcholný segmentální tělesný analyzátor, jehož součástí je i vestavěná tiskárna. Materiály použité na tento přístroj mají velkou trvanlivost a garantují dlouhodobé využívání. Tělesný analyzátor má širokou škálu uplatnění. Je vhodný pro výživové poradce, sportovní střediska, osobní trenéry, ale také najde využití ve speciálních oborech jako je například diabetologie, kardiologie, rehabilitační terapie nebo wellness. Tento přístroj používá metodu multifrekvenční analýza, díky které dokáže rozlišit obsah intracelulární od extracelulární tekutiny v těle. Pro měření využívá celkem osm snímacích katod, první polovina katod je umístěna na spodní platformě a druhá polovina katod je na ručních madlech. Kromě celkových tělesných hodnot jako je například tělesný tuk, svalová hmota či tělesná voda dokáže zařízení změřit i podíl svalové hmoty jednotlivých končetin a trupu. Kromě vlastní tiskárny je možné použití softwaru. Ve spolupráci s programem Gmon PRO lze ukládat a zpracovávat naměřená data, vést si statistiky a vytvářet grafy nebo tabulky (Fitham, 2018).



Obrázek 3: Tanita BC 418 MA

4.3.2 Cortex MetaControl 3000

Tento přístroj je optimálně sestavený spiroergometrický systém, který zajišťuje maximální kompatibilitu a spolehlivost při provádění kardiopulmonálních zátěžových testů. Přístroj má velmi přehledný software a ovládání, takže ho dokáže ovládat skutečně každý. MetaControl 3000 spojuje analyzátor dechových plynů Cortex MetaLyzer s dvanácti svodovým elektrokardiografem a dalšími doplňky. Všechna periferní zařízení jsou připojena k výkonnému počítači. Počítač je společně s Metalyzerem integrován do praktického přístrojového vozíku, v jehož horní části jsou dva monitory pro zobrazení spirometrických a ergometrických parametrů spolu s EKG křivkou (Compek, 2010).



Obrázek 4: Cortex MetaControl 3000

4.3.3 Ergometr LODE Excalibur Sport

Přístroj ergometr LODE Excalibur Sport je velmi známý po celém světě, a to pod názvem „zlatý standard v ergometrii“ především díky své ověřené přesnosti a spolehlivosti. Tato nová a vylepšená verze ergometru Excalibur Sport vyhovuje nejnovějším požadavkům a nárokům moderní sportovní medicíny a výzkumu. Jelikož sportovci dosahují stále vyšších výkonů, byl tento bicyklový ergometr navržen tak, aby vydržel i extrémní zátěž až 2500 wattů. Tento přístroj má velmi širokou škálu nastavení ohledně řídítek a sedla, kromě horizontálního a vertikálního nastavení lze u sedla navíc nastavit i sklon. Parametry týkajícího se průběhu testování může testovaný jedinec sledovat v přední části ergometru (Compek, 2010).



Obrázek 5: Ergometr LODE Excalibur Sport

4.3.4 Hrudní pás a spiroergometrická maska

Speciální hrudní pás slouží pro přesné snímání tepové frekvence. Údaje vysílač přenáší pomocí technologie bluetooth do kompatibilních programu v PC nebo aplikací v mobilních telefonech. Pro komunikaci je nutné, aby byl přijímač vybaven komunikačním rozhraním bluetooth 2.0 nebo vyšší (Polar, 2018). Další nezbytnou součástí vybavení laboratoře pro spiroergometrické testování je spiroergometrická maska na obličej.



Obrázek 6: Hrudní pás Polar H7



Obrázek 7: Spiroergometrická maska

4.3.5 Cortex MetaLyzer 3B

Cortex MetaLyzer 3B je stacionární systém pro kardiopulmonální zátěžové testy a celkovou diagnostiku, která spadá pod spiroergometrii. Je vhodnou výbavou ordinací sportovních doktorů, tréninkových center či nemocnic. Tento přístroj umožňuje kompletní lékařské vyšetření plic, srdce a metabolismu, a to jak v klidovém stavu, tak i při zátěži. Toto zařízení je také možno propojit s různými zátěžovými EKG přístroji a rozšířit tak funkce a výhody přístroje. Přístroj MetaLyzer 3B používá k vyhodnocování svých dat počítačový program MetaSoft Studio a díky této kooperaci dokáže tento program změřit až 100 kardiopulmonálních parametrů. Toto číslo dělá z přístroje MetaLyzer jeden z nejlepších systémů nejen pro měření výkonnosti sportovců, ale i pro lékařské diagnostické vyšetření (Vybavení funkčních laboratoří, 2014).



Obrázek 8: Cortex MetaLyzer 3B (Cortex, 2018)

4.4 Použité metody

4.4.1 Obsahová analýza

Obsahová analýza umožňuje objektivní, systematický a kvantitativní popis písemných či ústních projevů a jejich rozborů. K tomuto popisu jsme využili odbornou literaturu, články z novin či časopisů a internetové zdroje (Štumbauer, 1990).

Tuto metodu jsme použili v teoretické části diplomové práce, kde jsme se zabývali poznatky, týkající se tématu této práce. Všechnu odbornou literaturu, články a internetové zdroje, které byly v práci použity, jsme uvedli v referenčním seznamu literatury.

4.4.2 Metoda měření

Metodu měření jsme využili při testování probandů v laboratoři KTVS. V laboratoři jsme k měření použili tyto přístroje: Tanita BC 418 MA, Cortex MetaControl 3000, Ergometr LODE Excalibur Sport a Cortex MetaLyzer 3B. Nezbytnou součástí měření byl také hrudní pás Polar H7 a spiroergometrická maska. Měření bylo rozděleno na dvě fáze. První fáze proběhla před lyžařským kurzem a druhá fáze proběhla po lyžařském kurzu. Měření bylo rozděleno na tyto oblasti: složení těla, Wingate test, spiroergometrie a spirometrie. V každé této oblasti jsme zkoumali několik parametrů. U každého parametru jsme zaznamenali naměřené hodnoty zvláště pro muže a zvláště pro ženy.

4.4.3 Komparativní metoda

Pomocí komparativní metody jsme byli schopni porovnat naměřené hodnoty probandů. Porovnávali jsme mezi sebou hodnoty naměřené před kurzem s hodnotami naměřenými po kurzu. Na základě tohoto porovnání jsme byli schopni potvrdit či vyvrátit stanovené hypotézy a vyhodnotili jsme závěry práce.

4.4.4 Věcná a statistická významnost

Výsledky jsme posuzovali z hlediska věcné a statistické významnosti. Statistickou významnost jsme zjišťovali pomocí t-testu na hladině $\alpha=0,05$. Pro hodnocení věcné významnosti jsme použili **Cohenovo d** – lze jej použít pro hodnocení efektu mezi dvěma nezávislými proměnnými. Běžně používané hodnocení velikosti koeficientu d je následující (Hendl, 2004):

- $d \geq 0,80$ – velký efekt,
- $d = 0,50$ až $0,80$ – střední efekt,
- $d = 0,20$ až $0,50$ – malý efekt.

Věcnou a statistickou významnost jsme využili při porovnávání hodnot před a po lyžařském kurzu. Mezi porovnávané parametry patřily: maximální výkon, průměrný výkon, maximální 5 sekundový výkon, index únavy, maximální spotřeba kyslíku, tepová frekvence, minutový respirační objem, usilovná vitální kapacita, tepový kyslík, maximální zátěž.

4.5 Použité programy

Naměřené hodnoty ze zkoumaného souboru jsou převedeny do požadovaného formátu, který umožňuje statistické zpracování shromáždění dat. K získání naměřených hodnot z laboratoře jsme využívali počítačové programy: Cortex MetaSoft studio, Lode Ergometry Manager – LEM 10. V programech Statistica 12 a tabulkovém procesoru Excel 2016, jsme následně vytvářeli všechny výsledné grafy a tabulky. Výsledná data jsou prezentována prostřednictvím sloupcových či krabicových grafů v diplomové práci. Textová část byla zpracována v textovém editoru Word 2016. U obhajoby budu diplomovou práci prezentovat pomocí programu PowerPoint 2016.

4.6 Pohybová aktivita

V této části práce porovnáme pohybovou aktivitu probandů v týdnu před lyžařským kurzem a v týdnu během lyžařského kurzu. V tabulce níže jsou uvedeny hodnoty hodinové dotace u jednotlivých probandů.

Tabulka 6: Hodinová dotace pohybové aktivity

Proband	Pohybová aktivita	
	před kurzem (hodin/týden)	na kurzu (hodin/týden)
Proband 1	20	31
Proband 2	17	32
Proband 3	10	31
Proband 4	12	32
Proband 5	12	33
Proband 6	25	32
Proband 7	16	33
Proband 8	7	32
Proband 9	19	32
Proband 10	10	32
Proband 11	18	33
Proband 12	14	32
Proband 13	6	32
Proband 14	10	33
Proband 15	10	32
Proband 16	9	32
Proband 17	4	32
Proband 18	5	31
Proband 19	9	32
Proband 20	4	33
Proband 21	13	32

Pohybová aktivita v týdnu před kurzem

Jak můžeme vidět v tabulce, tak hodinová dotace pohybové aktivity v týdnu před kurzem byla velmi různorodá. Průměrná hodinová dotace ze všech probandů činila 12 hodin na jednoho probanda za týden. Když vezmeme muže a ženy zvlášť, tak průměrná hodnota u mužů byla 14 hodin a u žen to bylo 8 hodin. Průměrný hodinový rozdíl mezi pohlavími byl 6 hodin na probanda za týden, tedy celkem výrazný. Nejvyšší hodnotu jsme zaznamenali u probanda č. 6, a to 25 hodin za týden. Nejnižší hodnotu naopak měli probandi č. 17 a 20, kteří měli pouze 4 hodiny pohybové aktivity za týden.

Jelikož byli všichni probandi studenty prvního ročníku Jihočeské univerzity, tak jejich týdenní náplň pohybové aktivity před kurzem je velmi podobná. Dokazuje to dotazník, který každý proband vyplňoval před odjezdem na kurz. Velká většina probandů se v týdnu shodně věnovala sportům jako je plavání, gymnastika, atletika, volejbal a basketbal.

V odpoledních či večerních hodinách se probandi individuálně věnovali sportům mimo univerzitu jako je například posilování, twerking, jízda na koni nebo futsal. Tato pohybová aktivita mimo univerzitu ale tvořila jen malou část z celkové týdenní pohybové aktivity.

Pohybová aktivita v týdnu na kurzu

V tabulce můžeme vidět, že hodinová dotace pohybové aktivity během týdenního lyžařského kurzu byla oproti týdnu před kurzem naopak velice vyvážená a u probandů takřka stejná. Průměrná hodinová dotace za týden činila 32 hodin. Nejvyšší byla 33 hodin a nejnižší 31 hodin, rozdíl nejvyšší a nejnižší hodnoty byl tedy pouze 2 hodiny. Plán týdenního kurzu byl jasně daný. Nejdříve byla dopolední výuka běžeckého lyžování, poté byla pauza na oběd, po které začala odpolední výuka sjezdového lyžování. Dvuhodinový rozdíl vznikl tím, že probandi byli rozřazeni do různých družstev, jak na běžecké lyžování, tak i na sjezdové lyžování. Všechna družstva sice dodržovala denní harmonogram, ale ukončování dopolední a odpolední výuky nebylo hromadné, tudíž docházelo k jemným časovým odchýlkám v denní hodinové dotaci. To se sice v celkové týdenní hodinové dotaci projevilo, ale jak můžete vidět, tak úplně nepatrně. Dalšími faktory, které mohly ovlivnit denní hodinovou dotaci, bylo aktuální počasí a naplánovaná vzdálenost výletu běžeckého lyžování, která se mezi družstvy mohla lišit o pár kilometrů.

Dopolední výuka běžeckého lyžování trvala v průměru 2 hodiny a 50 minut. Odpolední výuka sjezdového lyžování byla o něco kratší, v průměru trvala 2 hodiny a 40 minut. Celková časová náročnost denního lyžařského výcviku tedy v průměru byla 5 hodin a 26 minut. Tyto hodnoty jsme opět získali pomocí dotazníků, které probandi vyplňovali během kurzu.

Celkové shrnutí

Když bych měl porovnat týden před lyžařským kurzem a týden během kurzu, tak je patrný rapidní rozdíl v týdenní hodinové dotaci pohybové aktivity. V týdnu před kurzem činí průměrná týdenní hodinová dotace pouze 12 hodin, oproti tomu v týdnu během kurzu je průměrná týdenní hodinová dotace 32 hodin. Hodinový rozdíl mezi týdny je tedy enormní. Průměrná hodinová dotace na kurzu s přehledem převýšila i nejvyšší hodnotu probanda č. 6 z týdnu před kurzem. Z tohoto důvodu můžeme usuzovat, že pro velkou většinu probandů byl tento lyžařský kurz velmi fyzicky náročný, jejich týdenní hodinová dotace pohybové aktivity byla totiž mnohem vyšší, v některých případech až dokonce osm krát.

5 Výsledky

V této části diplomové práce se zabýváme porovnáním výsledných hodnot, které jsme získali během výzkumu. Porovnávat budeme hodnoty naměřené před kurzem s hodnotami naměřenými po kurzu. Nejdříve jsme porovnali hodnoty, které se týkaly změn ve složení těla testovaných probandů. Mezi porovnávané parametry složení těla jsme zařadili tělesný tuk, svalovou hmotu a tělesnou vodu. Dále jsme porovnali hodnoty, které jsme získali díky Wingate testu. Mezi parametry získané tímto testem jsme zařadili maximální výkon/kg, průměrný výkon/kg, maximální 5 sekundový výkon/kg, index únavy. Nakonec jsme porovnali hodnoty z oblasti spiroergometrie a spirometrie. V této oblasti jsme mezi zkoumané parametry zařadili $VO_2\text{max}$, tepový kyslík, minutový respirační objem a usilovná vitální kapacita. U každého porovnávaného parametru jsme výsledné hodnoty rozdělili na dvě skupiny, a to na mužskou a ženskou část probandů. Tyto skupiny jsme porovnávali zvlášť, aby nedocházelo k velkým tělesným a výkonnostním rozdílům mezi muži a ženami. Pro každý parametr uvádíme dva typy grafů. Prvním typem je sloupcový graf, kde jsou znázorněny hodnoty před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť, aby byl vidět probandův individuální progres či regres. Druhým typem je krabicový graf, kde jsou hodnoty probandů jak před kurzem, tak po kurzu uvedeny dohromady, abychom mohli vidět celkový progres či regres u testovaného souboru.

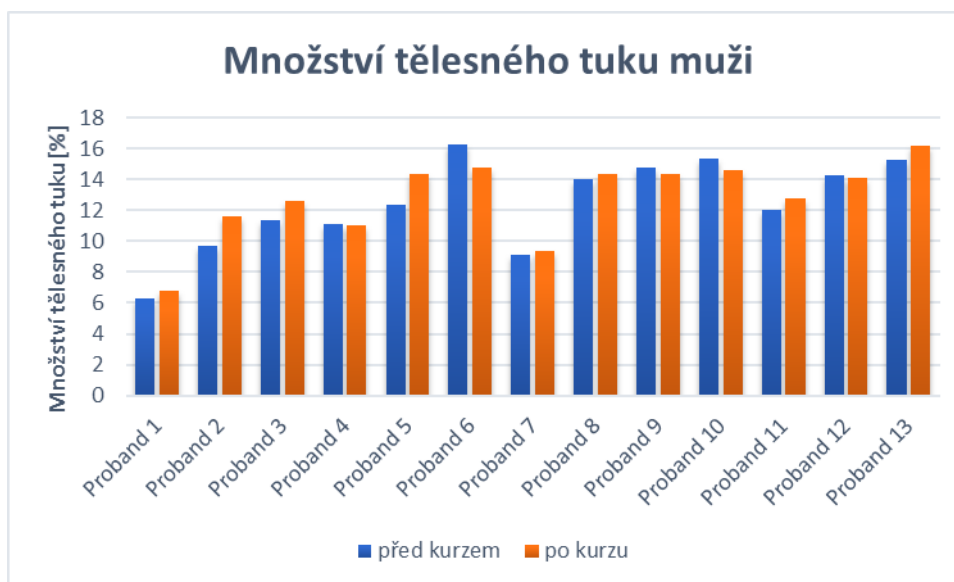
5.1 Složení těla

V této kapitole se zabýváme a porovnáváme hodnoty, které se týkají změn ve složení těla testovaných probandů a ke kterým došlo na týdenním lyžařském kurzu, tedy mezi prvním a druhým měřením v laboratoři KTVS. V této části nás nejvíce zajímali změny ohledně tělesného tuku, svalové hmoty a tělesné vody.

5.1.1 Tělesný tuk

Množství tělesného tuku muži – sloupcový graf

Graf č. 1 znázorňuje hodnoty množství tělesného tuku v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu vidíme, že u většiny probandů došlo po absolvování lyžařského kurzu ke zvýšení tělesného tuku v těle, a to u osmi probandů. U zbylých pěti probandů došlo během kurzu ke snížení jejich tělesného tuku v těle. Tyto výsledky nás velice překvapili, očekávali jsme, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu hodnota jejich tělesného tuku spíše klesne. Týdenní kurz je pro většinu studentů fyzicky velmi náročný a výdej energie tomu odpovídá a je velmi vysoký. Zvýšení tělesného tuku si vykládám tak, že se probandům povedlo přijímat během týdne více energie, než vynaložili během lyžování. Týdenní energetický příjem musel tedy u většiny probandů razantně převýšit týdenní energetický výdej.



Graf 1: Množství tělesného tuku muži

Množství tělesného tuku muži – krabicový graf

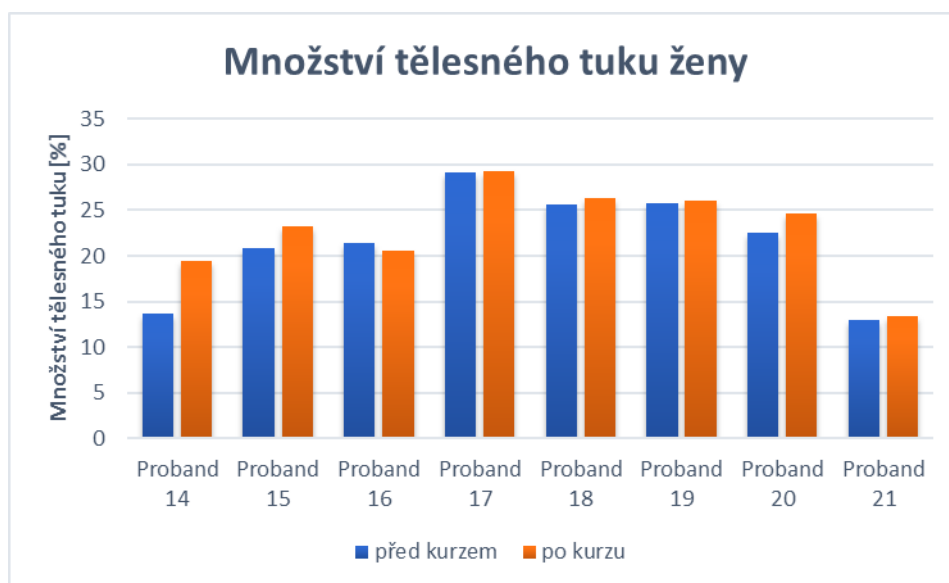
Graf č. 2 znázorňuje celkový průměr hodnot množství tělesného tuku v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu zvýšila hodnota tělesného tuku. Celkové zvýšení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 3,08 %. Zvýšení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 2: Množství tělesného tuku muži

Množství tělesného tuku ženy – sloupcový graf

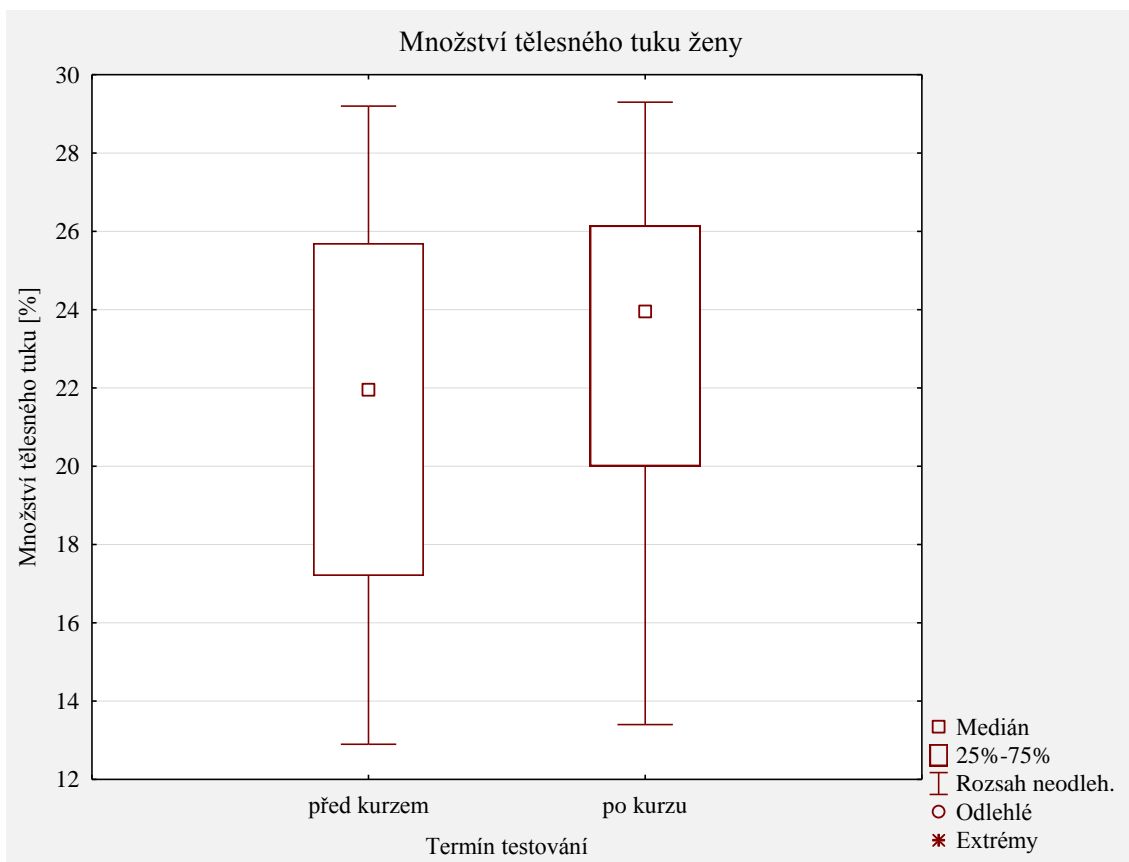
Graf č. 3 znázorňuje hodnoty množství tělesného tuku v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu vidíme podobnou situaci jako u mužů. U většiny probandů došlo po absolvování lyžařského kurzu ke zvýšení tělesného tuku. U žen je tento poměr ještě větší než u mužů. Sedmi probandům se zvýšil jejich tělesný tuk a pouze jednomu probandovi se povedlo během kurzu snížit svoji hodnotu tělesného tuku v těle. Zvýšení tělesného tuku v těle u žen si vykládám stejně jako u mužů, a to vyšším počtem energetického příjmu nežli energetického výdeje během týdenního kurzu.



Graf 3: Množství tělesného tuku ženy

Množství tělesného tuku ženy – krabicový graf

Graf č. 4 znázorňuje celkový průměr hodnot množství tělesného tuku v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf u žen stejně tak jako u mužů potvrzuje, že většina probandů si během týdenního lyžařského kurzu zvýšila svou hodnotu tělesného tuku v těle. Celkové zvýšení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 6,46 %. Zvýšení hodnot u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,27$) a není statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.

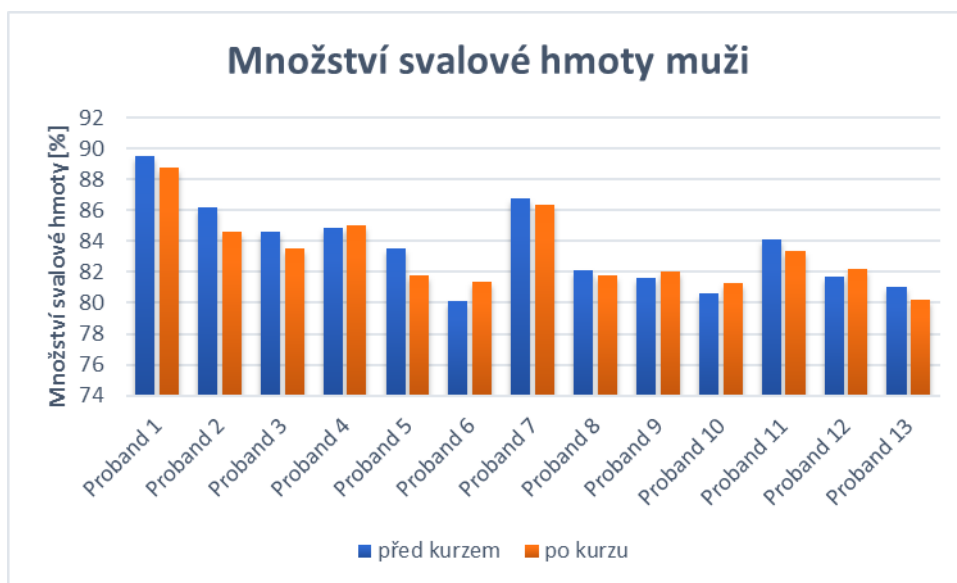


Graf 4: Množství tělesného tuku ženy

5.1.2 Svalová hmota

Množství svalové hmoty muži – sloupcový graf

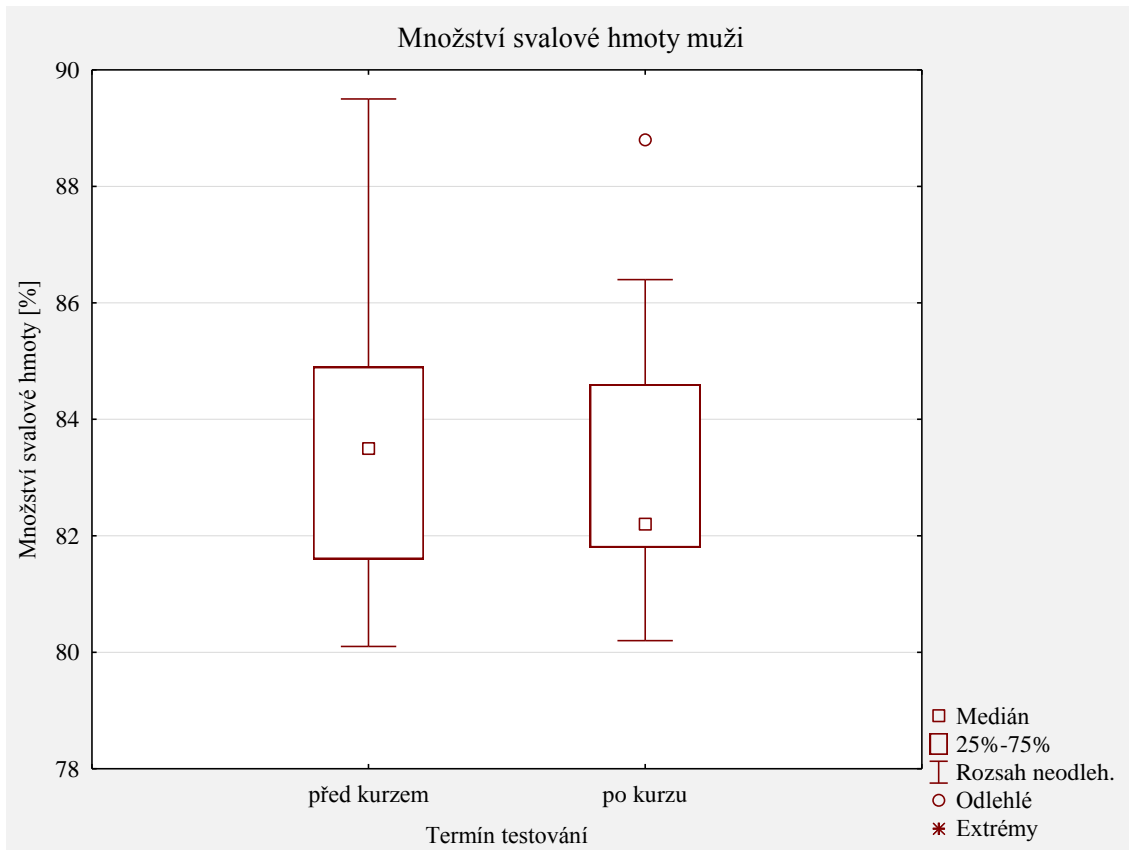
Graf č. 5 znázorňuje hodnoty množství svalové hmoty v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu vidíme, že u většiny probandů došlo během kurzu ke snížení hodnoty svalové hmoty, a to u osmi. Naopak zbylým pěti probandům se hodnota svalové hmoty zvýšila. Tento parametr měl podobný postup jako parametr předchozí, výsledné hodnoty byly opačné, než jsme před výzkumem očekávali. Mysleli jsme, že po absolvování lyžařského kurzu se většině probandům, spíše zvýší jejich hodnota svalové hmoty, ale bylo tomu právě naopak. Můžeme ale říct, že jak snížení, tak zvýšení svalové hmoty bylo v obou případech velmi nepatrné, což nám dokazuje graf č. 6 níže, který ukazuje průměrnou hodnotu svalové hmoty všech mužů před kurzem a po kurzu. Snížená hodnota svalové hmoty u většiny probandů je také následkem zvýšené hodnoty tělesného tuku v těle.



Graf 5: Množství svalové hmoty muži

Množství svalové hmoty muži – krabicový graf

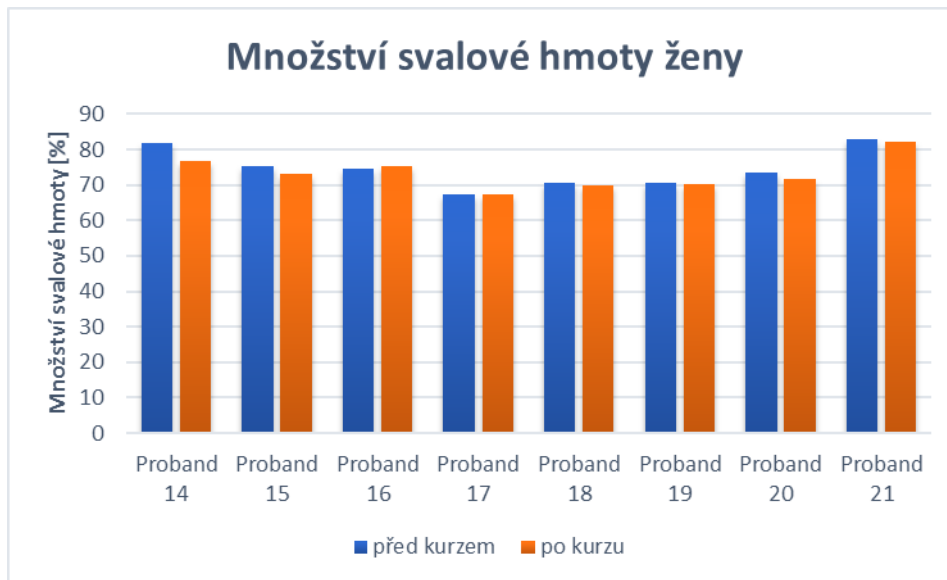
Graf č. 6 znázorňuje celkový průměr hodnot množství svalové hmoty v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf potvrzuje tvrzení výše, že většina probandů si během týdenního lyžařského kurzu snížila svou hodnotu svalové hmoty. Celkové snížení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo pouze o 0,39 %. Snížení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k poklesu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 6: Množství svalové hmoty muži

Množství svalové hmoty ženy – sloupcový graf

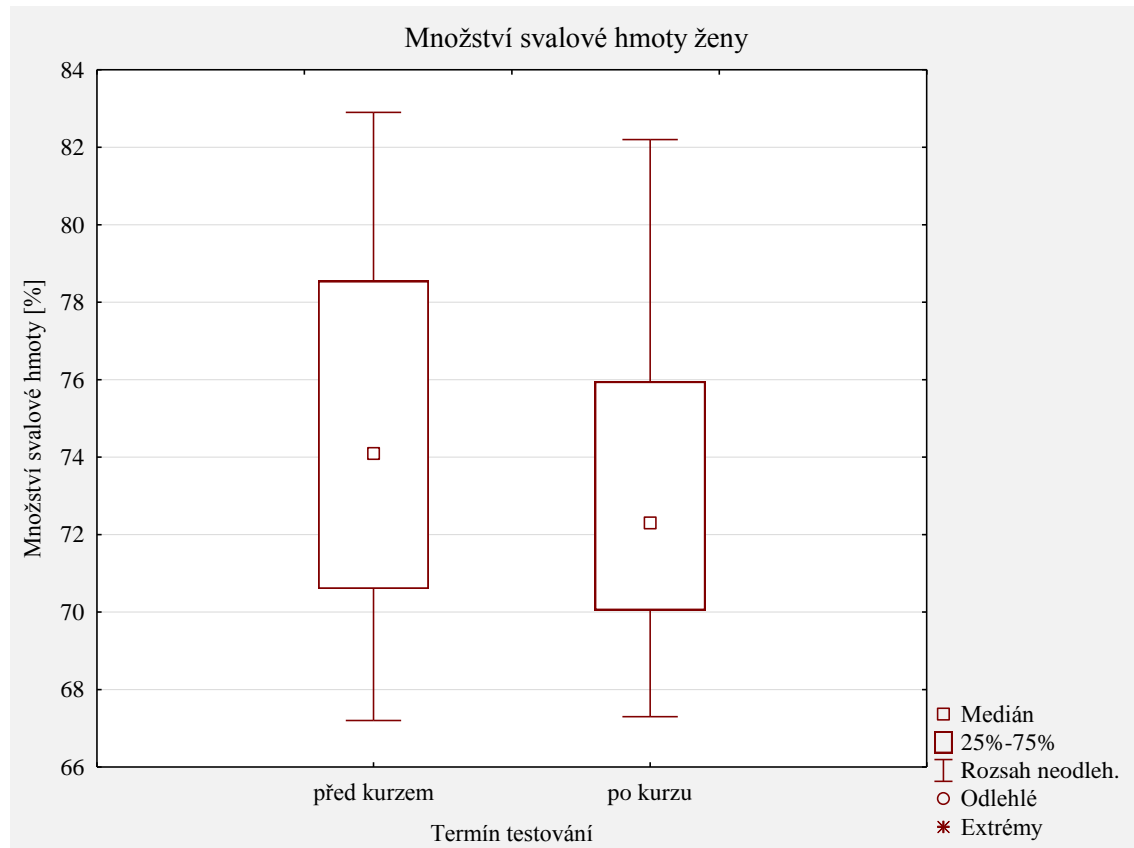
Graf č. 7 znázorňuje hodnoty množství svalové hmoty v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme opět vidět obdobnou situaci jako u mužů a stejný poměr jako u žen v oblasti tělesného tuku akorát zde je poměr obrácený. Sedmi probandům se během kurzu snížila jejich hodnota svalové hmoty a pouze jednomu probandovi se povedlo navýšit tuto hodnotu. Stejně jako u mužů ale můžeme říci, že rozdíly mezi hodnotami před kurzem a po kurzu jsou velmi malé, toto tvrzení znovu dokazuje graf č. 8 níže, který ukazuje průměrnou hodnotu svalové hmoty všech žen před kurzem a po kurzu. Stejně tak jako u mužů, tak i zde je snížená hodnota svalové hmoty následkem zvýšení tělesného tuku v těle.



Graf 7: Množství svalové hmoty ženy

Množství svalové hmoty ženy – krabicový graf

Graf č. 8 znázorňuje celkový průměr hodnot množství svalové hmoty v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf potvrzuje tvrzení výše, že většina probandů si během týdenního lyžařského kurzu snížila svou hodnotu svalové hmoty. Celkové snížení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,75 %. Snížení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k poklesu v oblasti mediánu a kvartilů.

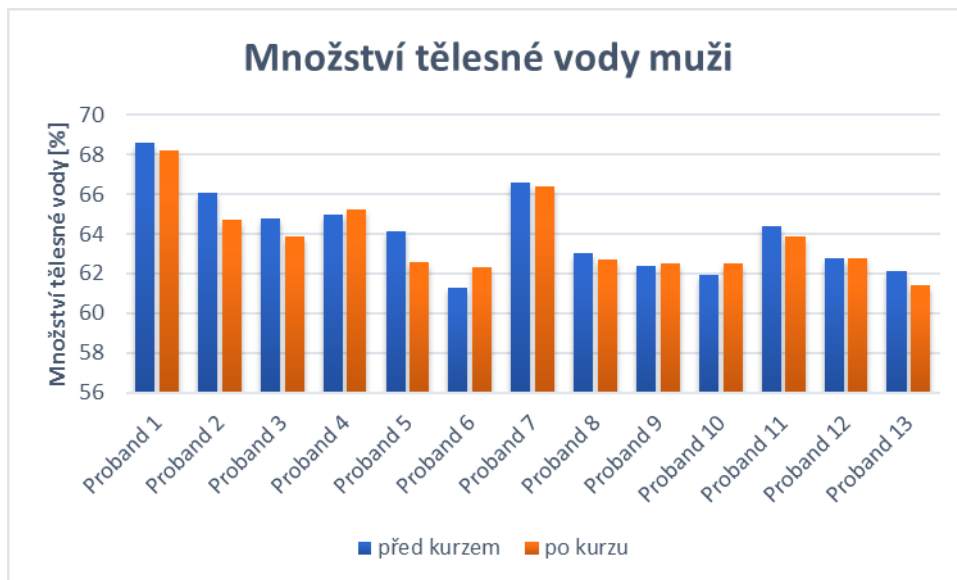


Graf 8: Množství svalové hmoty ženy

5.1.3 Tělesná voda

Množství tělesné vody muži – sloupcový graf

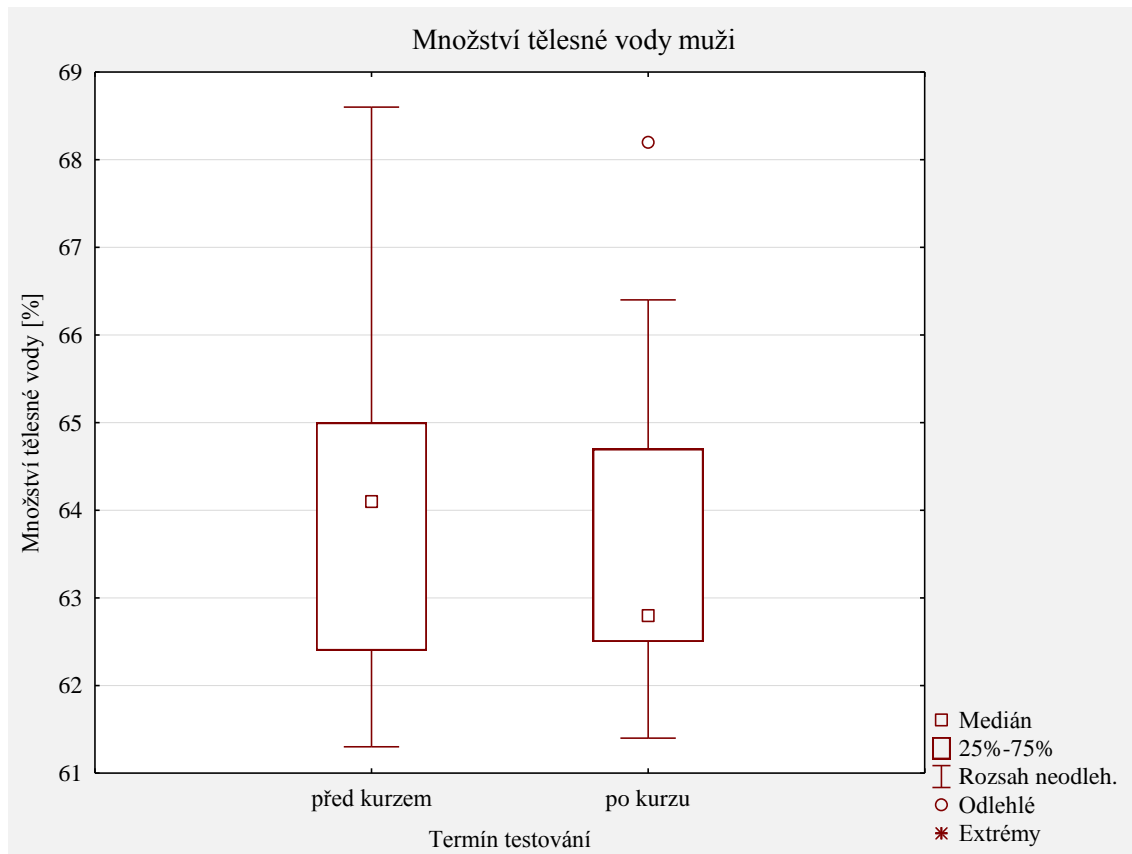
Graf č. 9 znázorňuje hodnoty množství tělesné vody v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu snížila hodnota tělesné vody v těle, a to přesně devíti. Naopak u čtyř probandů můžeme sledovat zvýšení tělesné vody v těle díky absolvování lyžařského kurzu. U tohoto parametru jsme očekávali, že hodnoty naměřené po kurzu budou spíše vyšší než ty před kurzem, naše předtuchy se tedy nepotvrdily, jelikož většině probandům jejich hodnota tělesné vody v těle klesla. Tento pokles byl zapříčiněn zvýšením tělesného tuku v těle.



Graf 9: Množství tělesné vody muži

Množství tělesné vody muži – krabicový graf

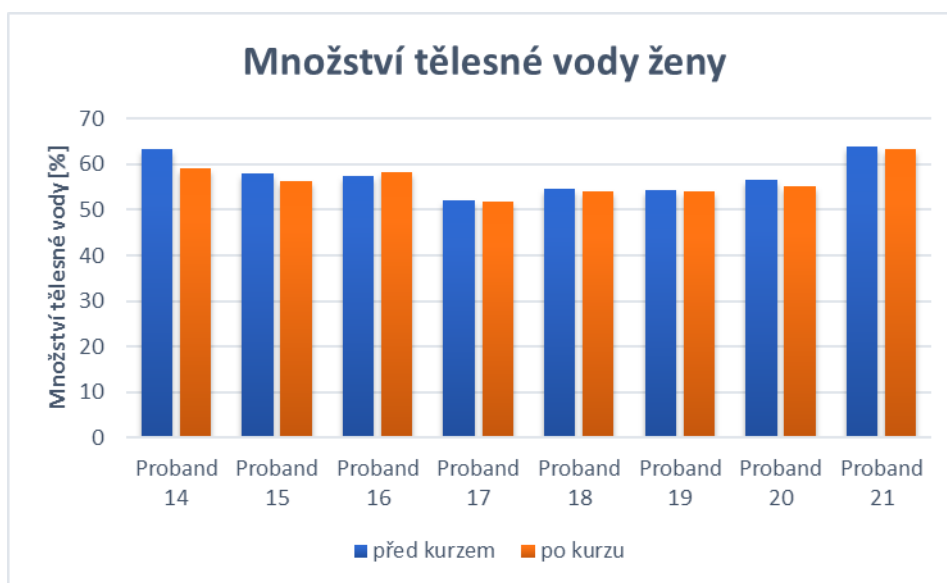
Graf č. 10 znázorňuje celkový průměr hodnot množství tělesné vody v těle v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf potvrzuje tvrzení výše, a to že většině probandům se povedlo během týdenního lyžařského kurzu snížit svou hodnotu tělesné vody. Celkové snížení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 0,48 %. Snížení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k poklesu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 10: Množství tělesné vody muži

Množství tělesné vody ženy – sloupcový graf

Graf č. 11 znázorňuje hodnoty množství tělesné vody v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět podobný průběh jako u mužů. U sedmi probandů došlo díky kurzu ke snížení tělesné vody v těle. Pouze u probanda č. 16 můžeme pozorovat nárůst tělesné vody v těle oproti měření před kurzem. Tento parametr tedy nesplnil naše očekávání, že se většině probandům zvýší jejich hodnota tělesné vody v těle po absolvování lyžařského kurzu. Stejně jako u mužů, tak i u žen, to bylo způsobeno nárůstem tělesného tuku.



Graf 11: Množství tělesné vody ženy

Množství tělesné vody ženy – krabicový graf

Graf č. 12 znázorňuje celkový průměr hodnot množství tělesné vody v těle v procentech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se podařilo během týdenního lyžařského kurzu snížit svou hodnotu tělesné vody. Celkové snížení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,76 %. Snížení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k poklesu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 12: Množství tělesné vody ženy

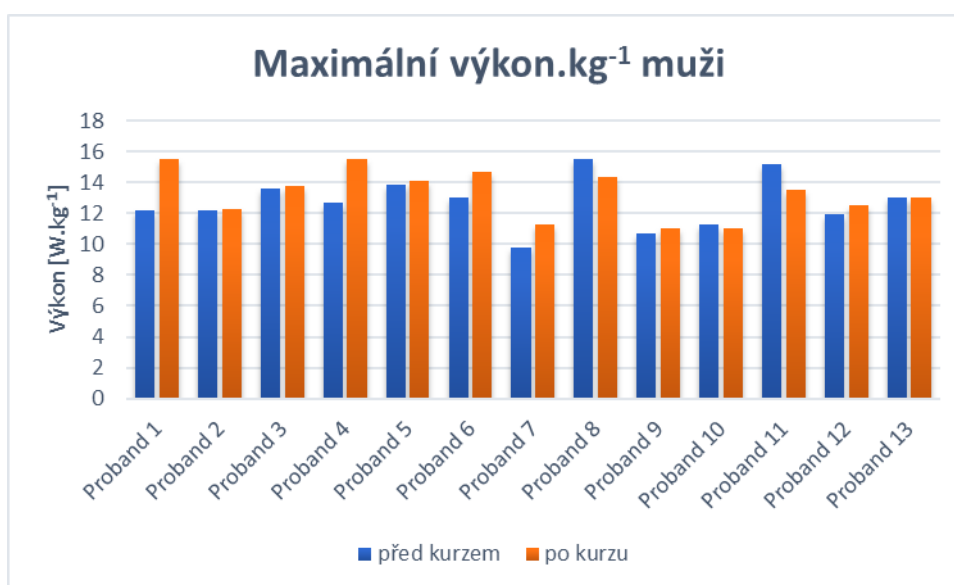
5.2 Wingate test

V této části diplomové práce se zabýváme a porovnáváme hodnoty, které jsme získali pomocí Wingate testu. Porovnávané hodnoty jsme získali díky měřením v laboratoři KTVS, které bylo rozděleno na dvě části. První část hodnot byla naměřena v týdnu před lyžařským kurzem a druhá část hodnot v týdnu po lyžařském kurzu. V této části práce nás nejvíce zajímali tyto parametry: maximální výkon/kg, průměrný výkon/kg, maximální 5 sekundový výkon/kg a index únavy.

5.2.1 Maximální výkon

Maximální výkon.kg⁻¹ muži – sloupcový graf

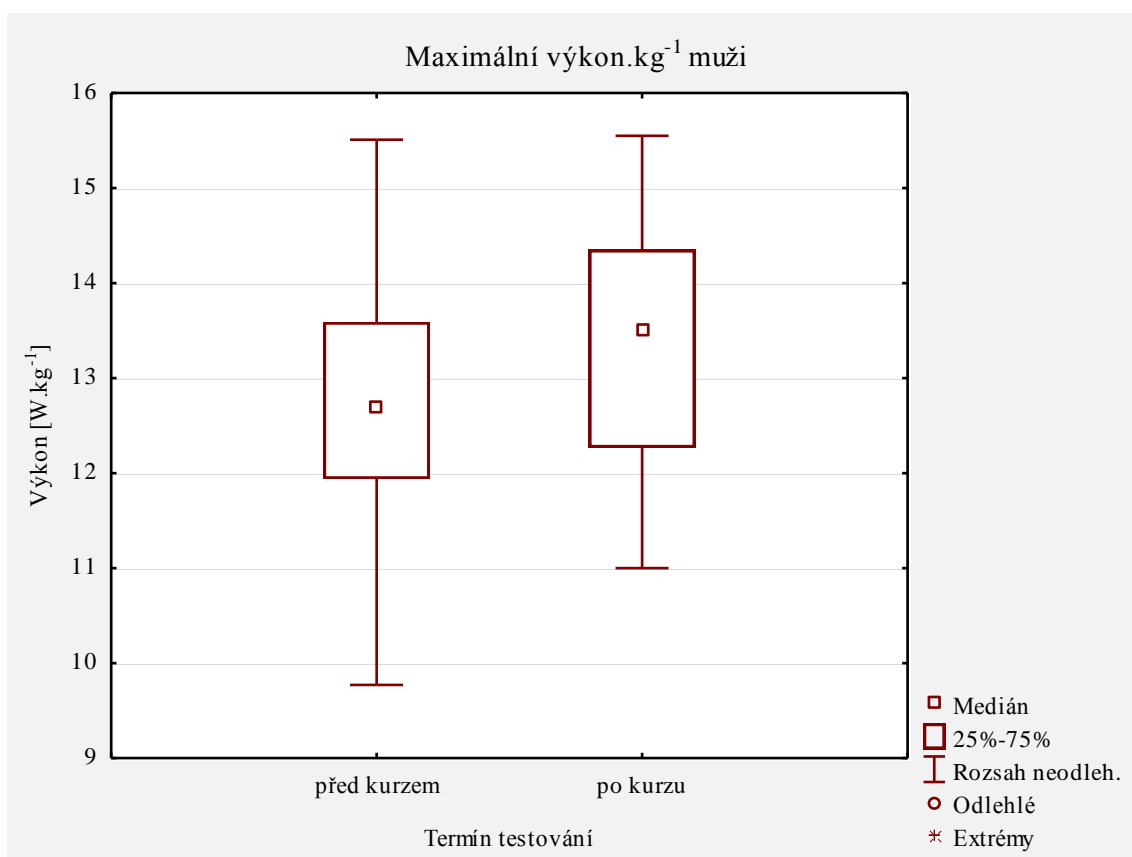
Graf č. 13 znázorňuje hodnoty maximálního výkonu na jeden kilogram váhy ve watttech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že u velké většiny probandů došlo díky absolvování týdenního lyžařského kurzu ke zlepšení v této oblasti. Deset probandů si svou hodnotu maximálního výkonu na kilogram váhy zvýšilo a pouze třem probandům se tato hodnota snížila oproti naměřené hodnotě před kurzem. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 1, který si svou hodnotu vylepšil o 3,34 wattu. Naopak největšího záporného rozdílu dosáhl proband č. 11, u kterého proběhlo snížení hodnoty o 1,7 wattu. U tohoto parametru jsme předpokládali, že u většiny probandů dojde po absolvování lyžařského kurzu ke zlepšení a tento předpoklad se nám také potvrdil.



Graf 13: Maximální výkon.kg⁻¹ muži

Maximální výkon.kg⁻¹ muži – krabicový graf

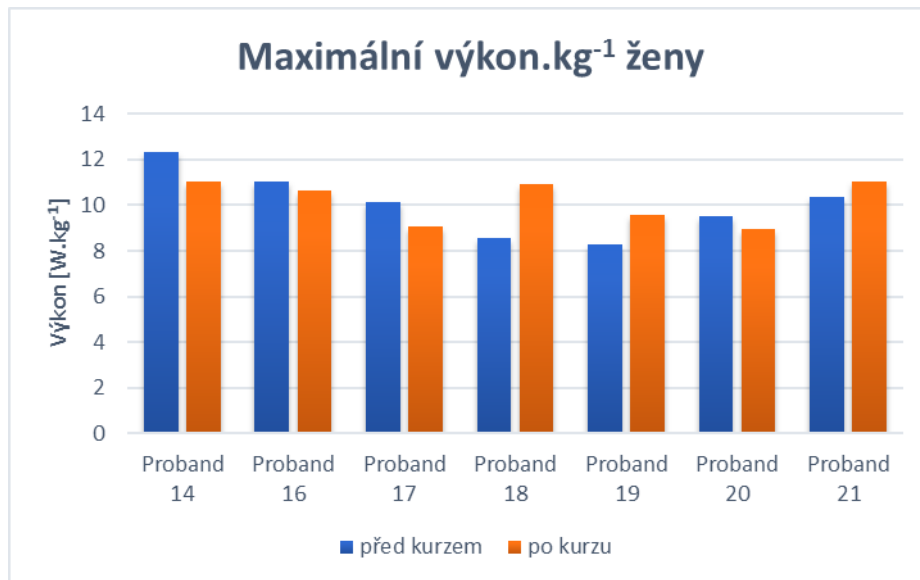
Graf č. 14 znázorňuje celkový průměr hodnot maximálního výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu maximálního výkonu. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 4,62 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,38$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru není statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 14: Maximální výkon.kg⁻¹ muži

Maximální výkon.kg⁻¹ ženy – sloupcový graf

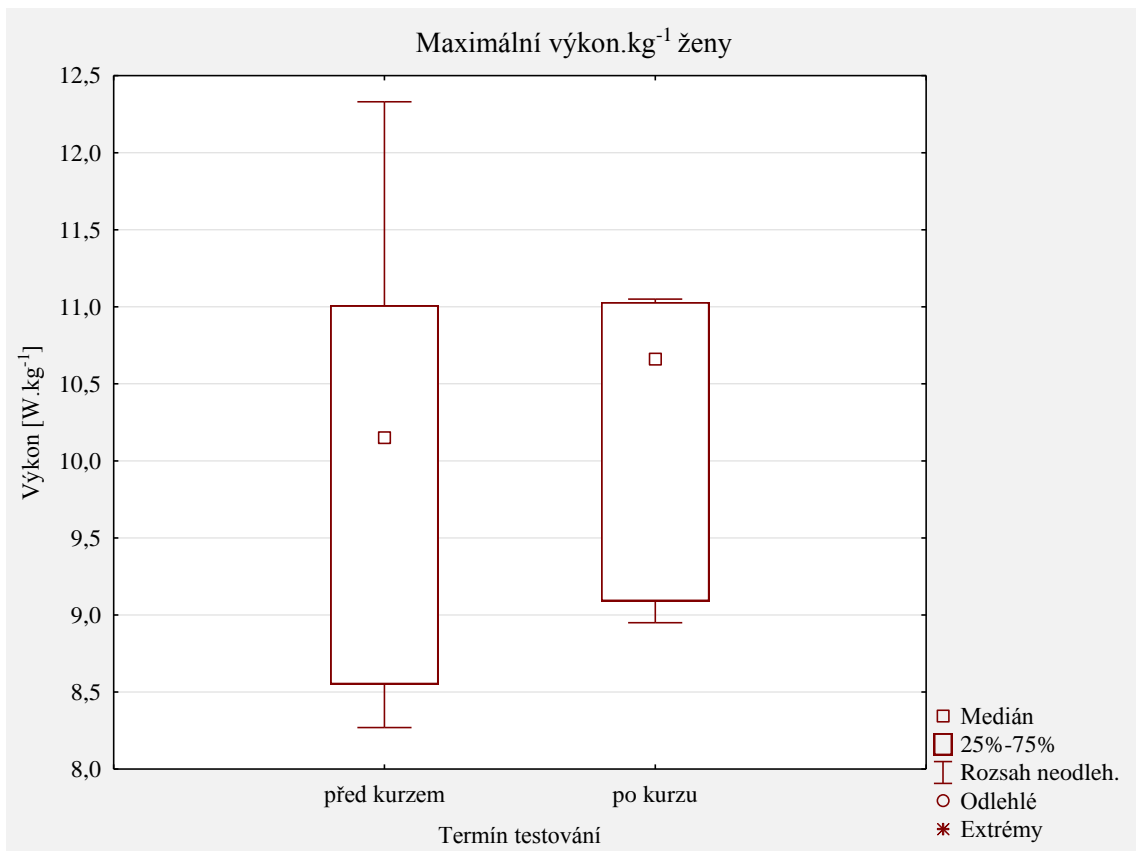
Graf č. 15 znázorňuje hodnoty maximálního výkonu na jeden kilogram váhy ve watech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že čtyři probandi si svou hodnotu maximálního výkonu na kilogram váhy snížili a třem probandům se tato hodnota zvýšila oproti naměřené hodnotě před kurzem. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 18, který si svou hodnotu vylepšil o 2,37 wattu. Naopak největšího záporného rozdílu dosáhl proband č. 14, u kterého proběhlo snížení hodnoty o 1,3 wattu. U žen jsme stejně jako u mužů předpokládali, že u většiny probandů dojde po absolvování lyžařského kurzu ke zlepšení, ale tento předpoklad se nepotvrdil.



Graf 15: Maximální výkon.kg⁻¹ ženy

Maximální výkon.kg⁻¹ ženy – krabicový graf

Graf č. 16 znázorňuje celkový průměr hodnot maximálního výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf ukazuje, že i když se většině probandů během týdenního lyžařského kurzu nepodařilo zvýšit svou hodnotu maximálního výkonu, tak jejich celková průměrná hodnota se zvýšila. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,5 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.

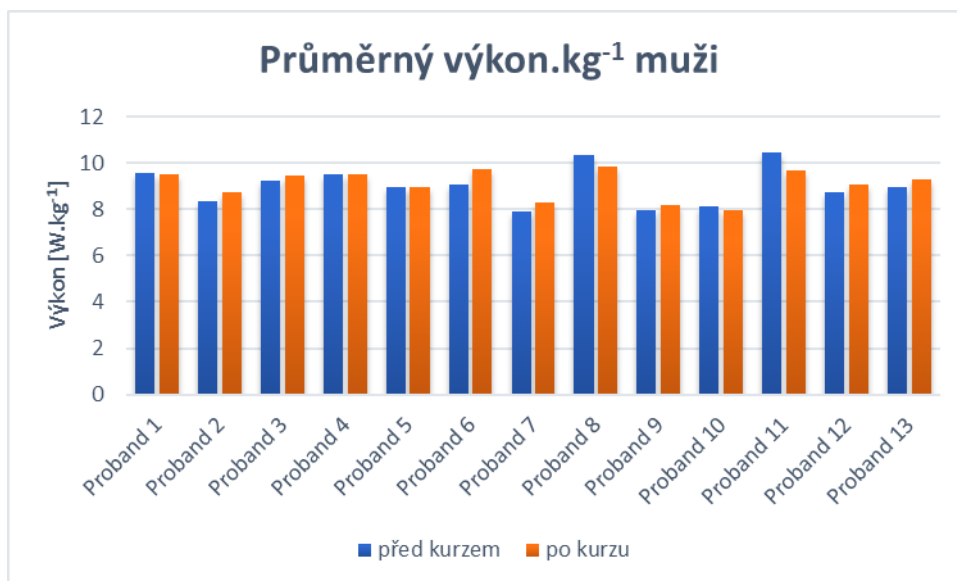


Graf 16: Maximální výkon.kg⁻¹ ženy

5.2.2 Průměrný výkon

Průměrný výkon.kg⁻¹ muži – sloupcový graf

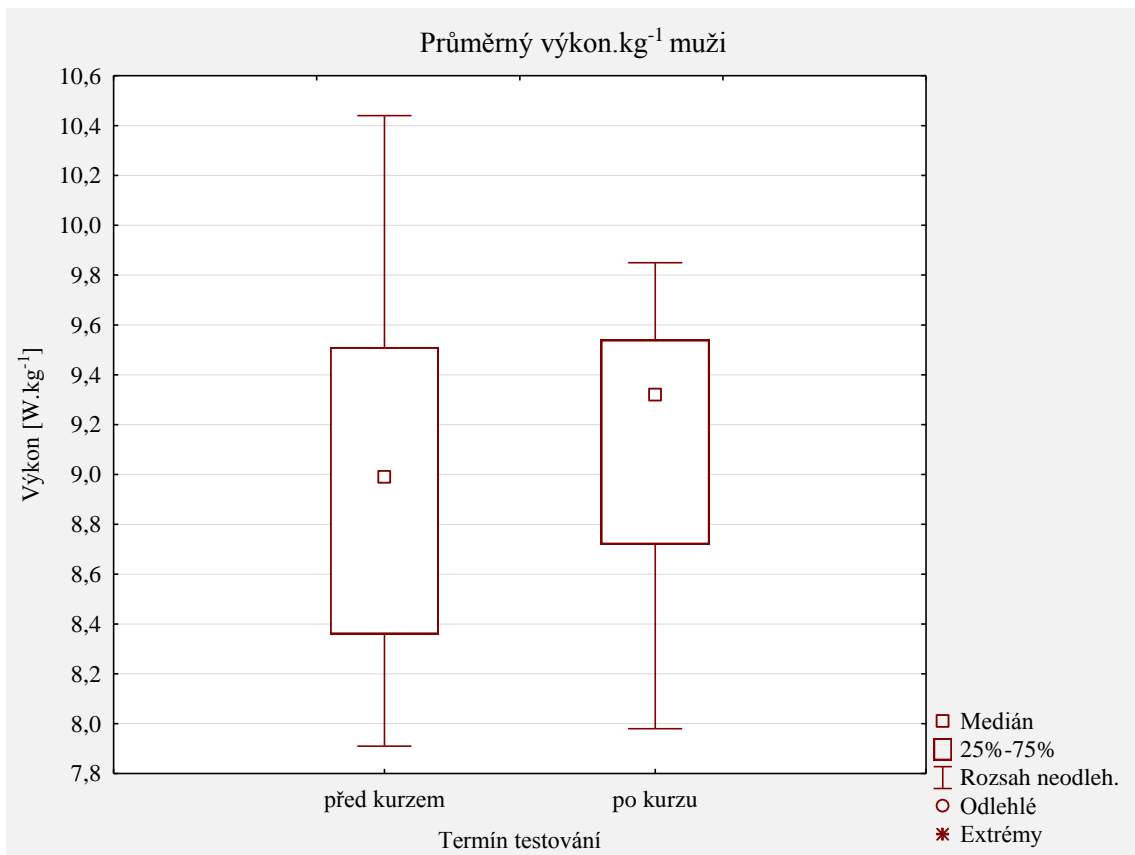
Graf č. 17 znázorňuje hodnoty průměrného výkonu na jeden kilogram váhy ve watech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že u tohoto parametru nedocházelo k velkým rozdílům mezi měřeními před kurzem a po kurzu. U osmi probandů se hodnota průměrného výkonu na kilogram váhy zvýšila a u pěti probandů se tato hodnota snížila oproti naměřené hodnotě před kurzem. Jak už jsem řekl, tak naměřené rozdíly mezi prvním a druhým měřením byly opravdu malé, největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 6, který si svou hodnotu vylepšil pouze o 0,66 wattu. Naopak největšího záporného rozdílu dosáhl proband č. 11, u kterého proběhlo snížení hodnoty o 0,76 wattu. Tento parametr byl tedy, co se týká porovnání, velmi vyrovnaný. Můžeme sice říci, že u většiny probandů došlo po absolvování lyžařského kurzu ke zlepšení, ale rozdíly hodnot před kurzem a po kurzu byly nepatrné.



Graf 17: Průměrný výkon.kg⁻¹ muži

Průměrný výkon.kg⁻¹ muži – krabicový graf

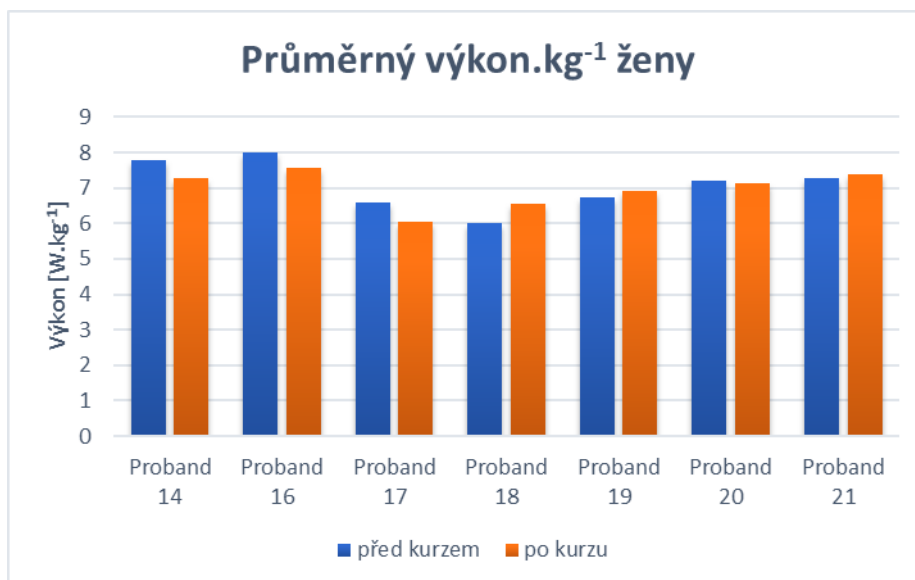
Graf č. 18 znázorňuje celkový průměr hodnot průměrného výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu průměrného výkonu. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo pouze o 0,91 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 18: Průměrný výkon.kg⁻¹ muži

Průměrný výkon.kg⁻¹ ženy – sloupcový graf

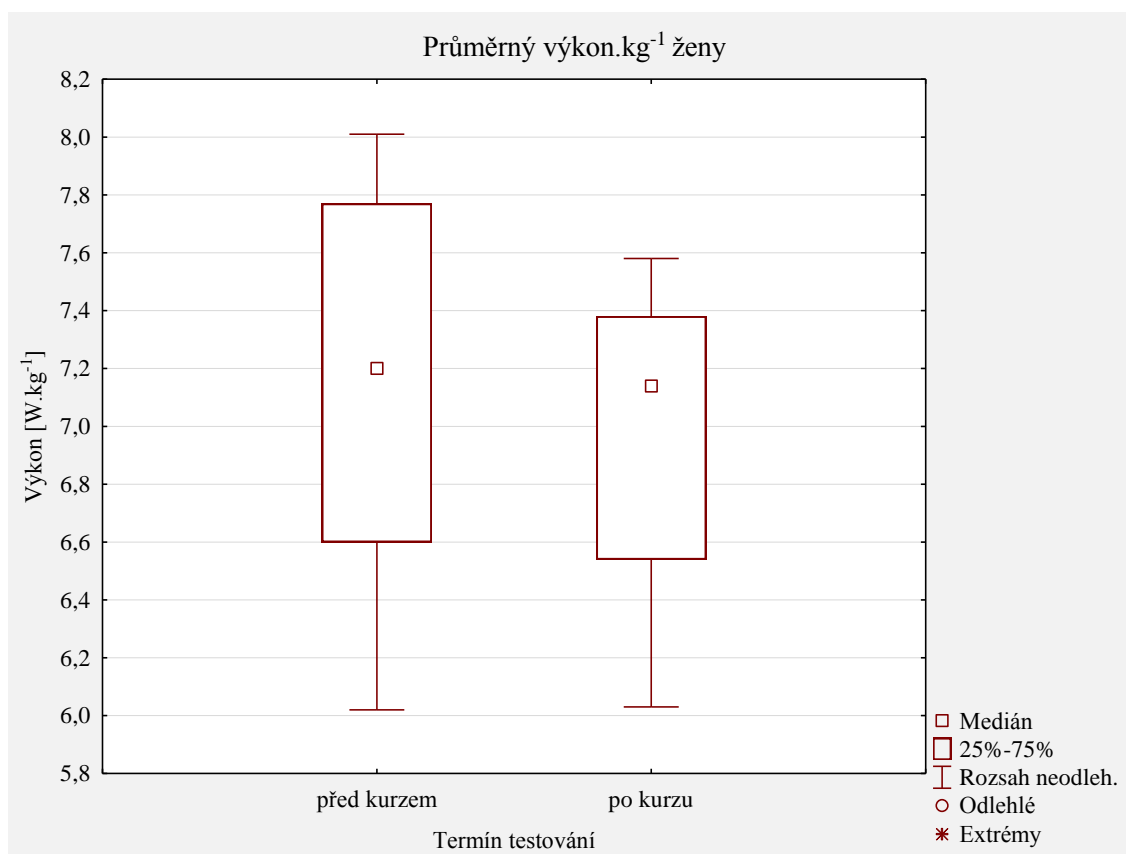
Graf č. 19 znázorňuje hodnoty průměrného výkonu na jeden kilogram váhy ve watech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že stejně jako u mužů, tak i u žen ohledně tohoto parametru nedocházelo k velkým rozdílům mezi měřeními před kurzem a po kurzu. Čtyři probandi si svou hodnotu průměrného výkonu na kilogram váhy snížili a třem probandům se tato hodnota zvýšila oproti naměřené hodnotě před kurzem. Největší kladný rozdíl jsme zaznamenali u probanda č. 18, který si svou hodnotu vylepšil pouze o 0,52 wattu. Naopak největší záporný rozdíl byl viděn u proband č. 17, u kterého jsme zaznamenali snížení hodnoty o 0,57 wattu. Porovnávané hodnoty před kurzem a po kurzu byly tedy opět velmi vyrovnané. U žen se nám tedy předpoklad, že většina probandů si po absolvování lyžařského kurzu zlepší své hodnoty, nepotvrdil.



Graf 19: Průměrný výkon.kg⁻¹ ženy

Průměrný výkon.kg⁻¹ ženy – krabicový graf

Graf č. 20 znázorňuje celkový průměr hodnot průměrného výkonu na jeden kilogram váhy ve watttech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf potvrzuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu nepodařilo zvýšit svou hodnotu průměrného výkonu, ba naopak celkový průměr hodnot byl u probandů nižší. Toto byl jediný parametr v oblasti Wingate testu, u kterého nedošlo díky absolvování lyžařského kurzu k celkovému zlepšení. Celkové zhoršení probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,49 %. Z tohoto důvodu nemohly být výsledky parametru věcně ani statisticky významné. U tohoto parametru můžeme vidět, že nedošlo k nárůstu v oblasti mediánu ani kvartilu.

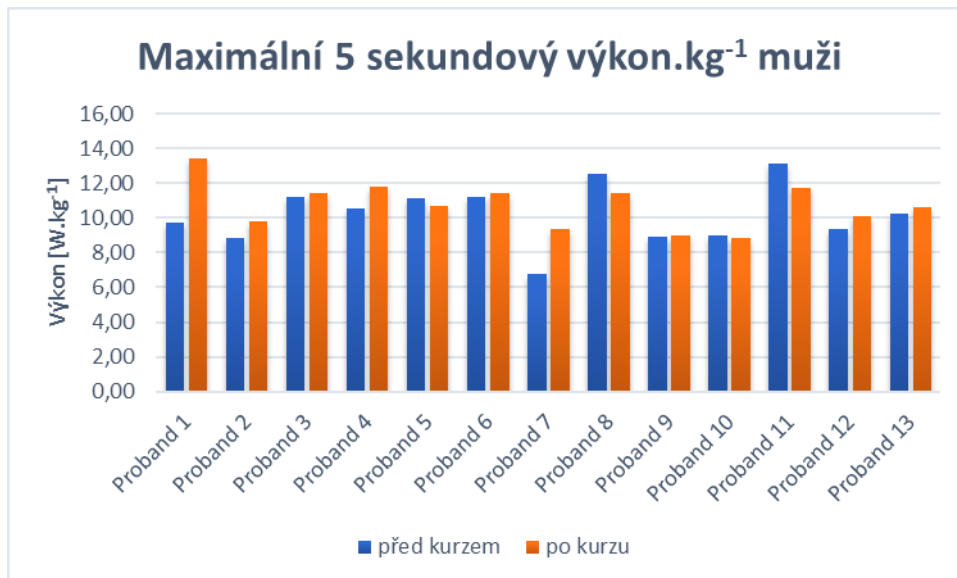


Graf 20: Průměrný výkon.kg⁻¹ ženy

5.2.3 Maximální 5 sekundový výkon

Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ muži – sloupcový graf

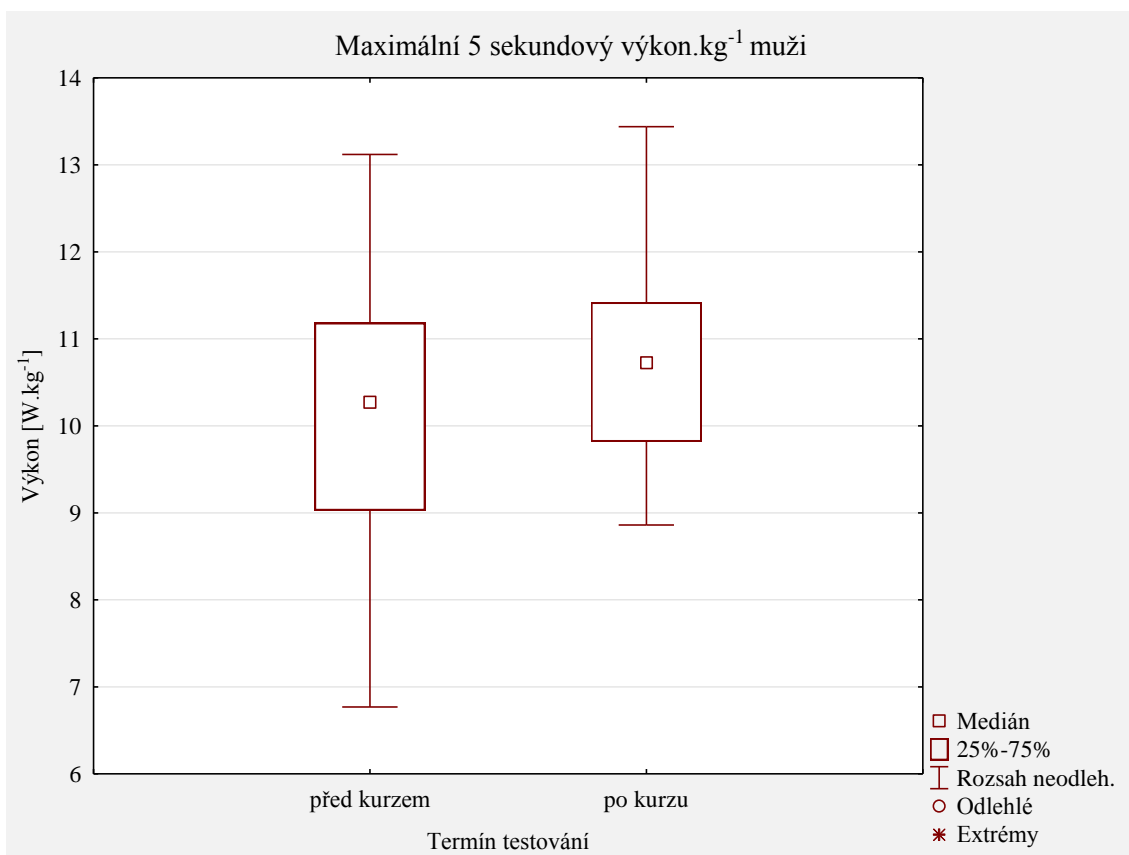
Graf č. 21 znázorňuje hodnoty maximálního 5 sekundového výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že u velké většiny probandů došlo díky absolvování týdenního lyžařského kurzu ke zlepšení v této oblasti. Devět probandů si svou hodnotu maximálního 5 sekundového výkonu na kilogram váhy zvýšilo a čtyřem probandům se jejich hodnota snížila oproti naměřené hodnotě před kurzem. U tohoto parametru jsme zaznamenali o dost větší rozdíly mezi hodnotami před kurzem a po kurzu oproti předchozímu parametru. Největšího progresu dosáhl proband č. 1, hodnota jeho progresu činila 3,71 wattu. Naopak největšího regresu dosáhl proband č. 11, hodnota jeho regresu činila 1,41 wattu. Jelikož je maximální výkon součástí maximálního 5 sekundového výkonu, tak i zde jsme předpokládali, že u většiny probandů dojde po absolvování lyžařského kurzu ke zlepšení a tento předpoklad se nám stejně jako u maximálního výkonu potvrdil.



Graf 21: Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ muži

Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ muži – krabicový graf

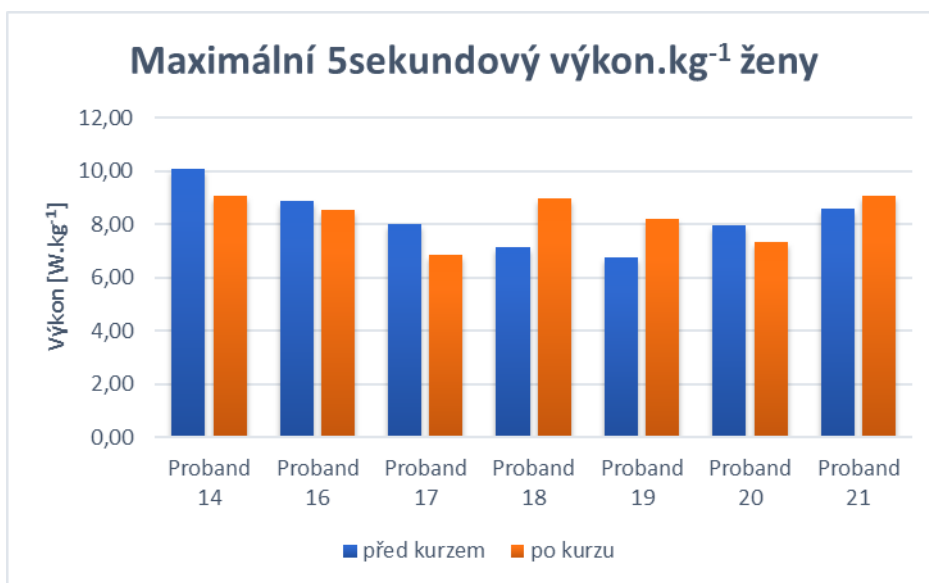
Graf č. 22 znázorňuje celkový průměr hodnot maximálního 5 sekundového výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu maximálního 5 sekundového výkonu. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 5,37 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,38$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru není statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 22: Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ muži

Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ ženy – sloupcový graf

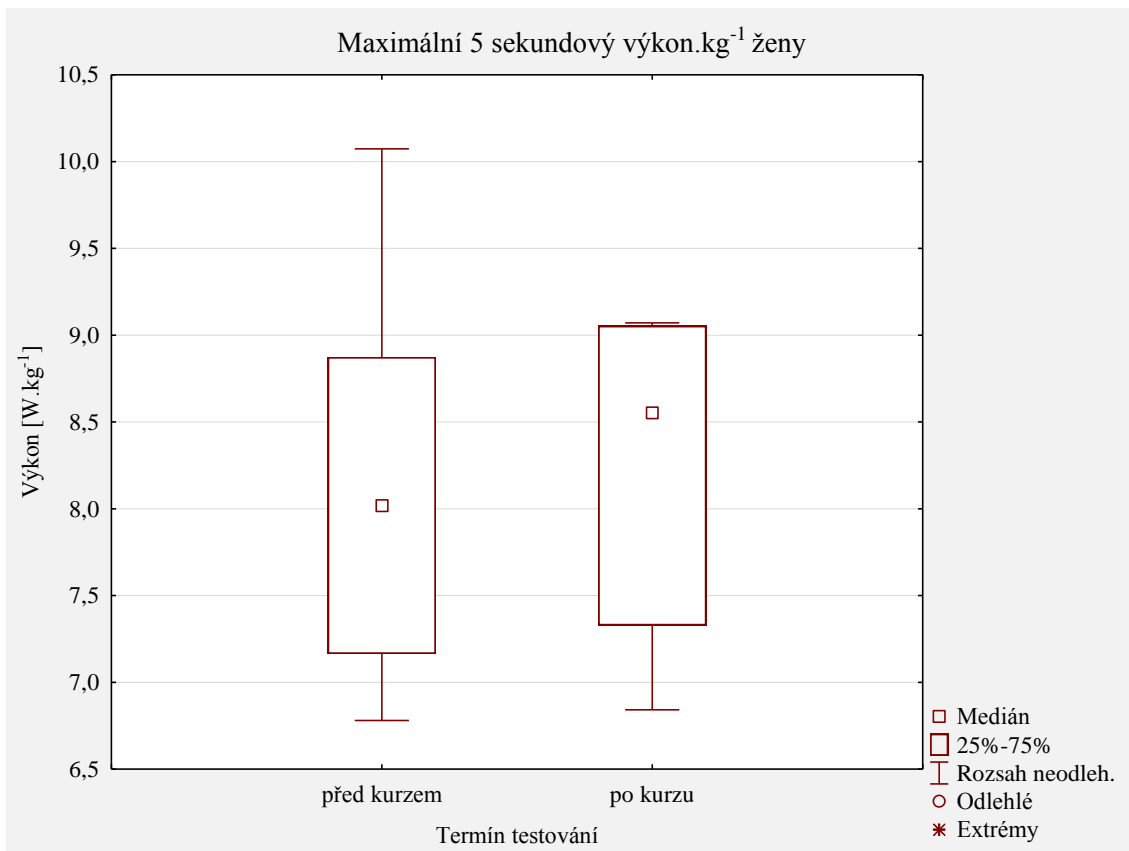
Graf č. 23 znázorňuje hodnoty maximálního 5 sekundového výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžete vidět, že čtyři probandi si svou hodnotu maximálního 5 sekundového výkonu na kilogram váhy snížili a třem probandům se tuto hodnotu podařilo navýšit oproti naměřené hodnotě před kurzem. U žen je tento záporný poměr, co se týče výkonu neměnný, jelikož maximální výkon, průměrný výkon i maximální 5 sekundový výkon má stejné výsledky. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 18, který si svou hodnotu vylepšil o 1,83 wattu. Naopak největšího záporného rozdílu dosáhl proband č. 17, u kterého proběhlo snížení hodnoty o 1,18 wattu. U žen jsme stejně jako u předchozích parametrů předpokládali, že u většiny probandů dojde po absolvování lyžařského kurzu ke zlepšení, tento předpoklad se ale stejně jako u ostatních druhů výkonů u žen nepotvrdil.



Graf 23: Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ ženy

Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ ženy – krabicový graf

Graf č. 24 znázorňuje celkový průměr hodnot maximálního 5 sekundového výkonu na jeden kilogram váhy ve wattech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf ukazuje podobný průběh jako u maximálního výkonu žen, přestože se většině probandů zhoršila jejich hodnota, tak celková průměrná hodnota se po absolvování kurzu zvýšila. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,01 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.

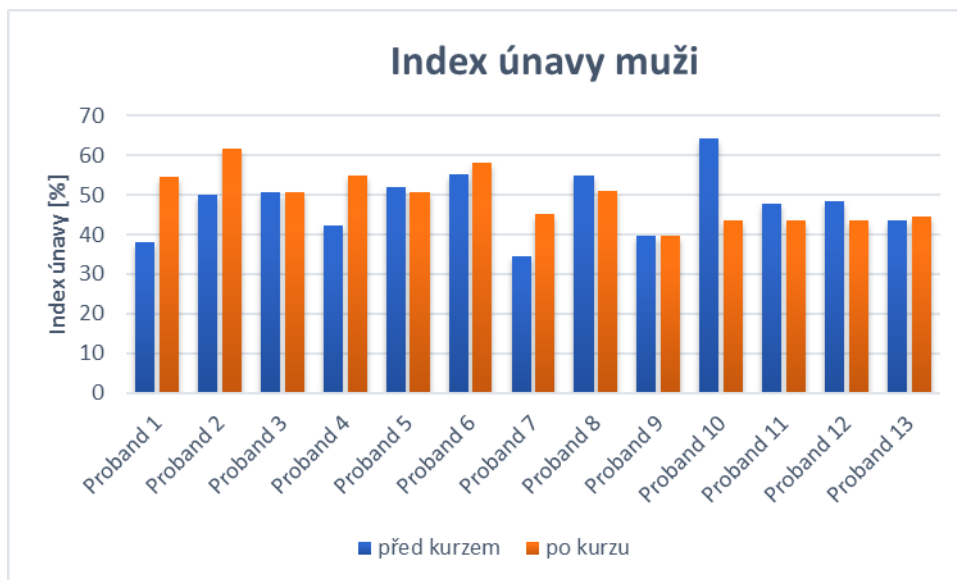


Graf 24: Maximální 5 sekundový výkon.kg⁻¹ ženy

5.2.4 Index únavy

Index únavy muži – sloupcový graf

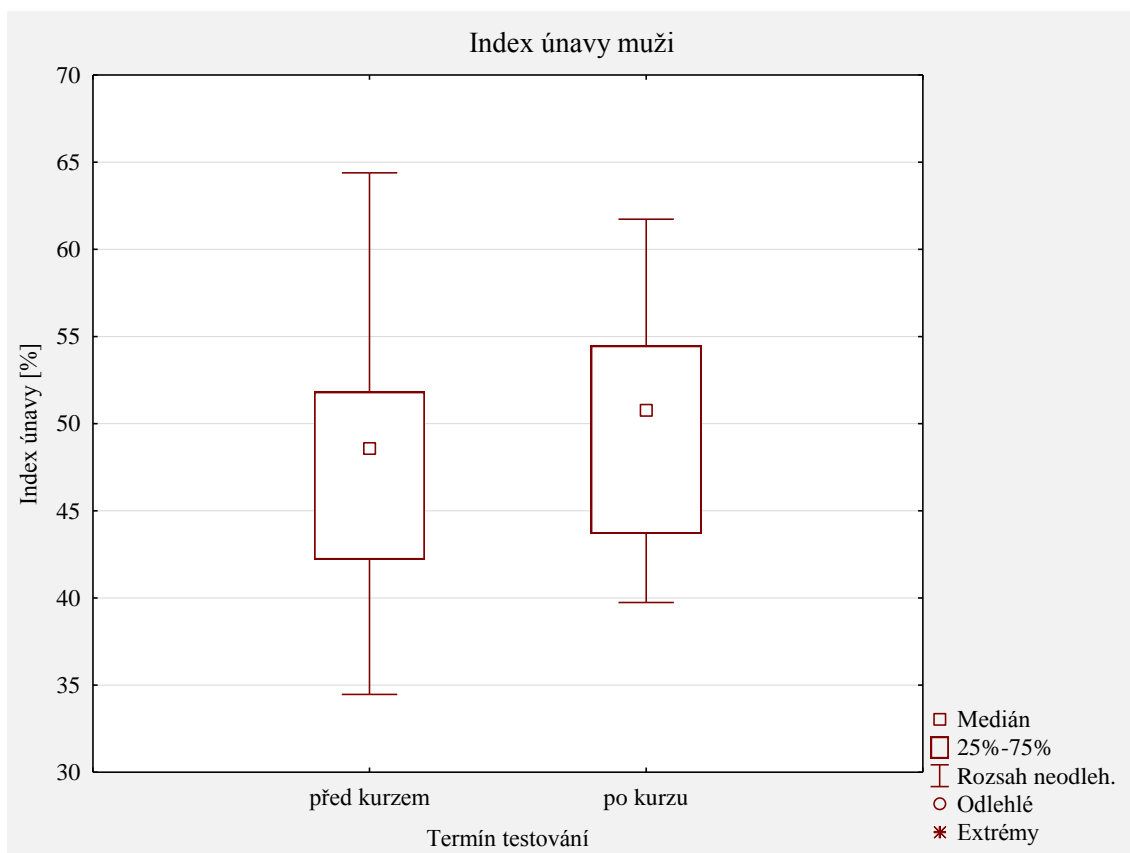
Graf č. 25 znázorňuje hodnoty indexu únavy v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že u šesti probandů došlo po absolvování lyžařského kurzu ke zvýšení jejich hodnoty indexu únavy. Naopak u sedmi probandů měl lyžařský kurz opačný účinek, těmto probandům se hodnota indexu únavy snížila. Největší rozdíl mezi hodnotami před kurzem a po kurzu jsme zaznamenali u probanda č. 10, kterému hodnota indexu únavy klesla o 20,81 %. Naopak nejmenší rozdíl byl zaznamenán u probanda č. 3, tento rozdíl byl takřka nulový, jelikož činil pouze 0,06 %. Nejvyšší naměřená hodnota indexu únavy u mužů činila 64,39 % a byla naměřena probandovi č. 10. Nejnižší hodnotu indexu únavy jsme naměřili probandovi č. 7 a to 34,47 %.



Graf 25: Index únavy muži

Index únavy muži – krabicový graf

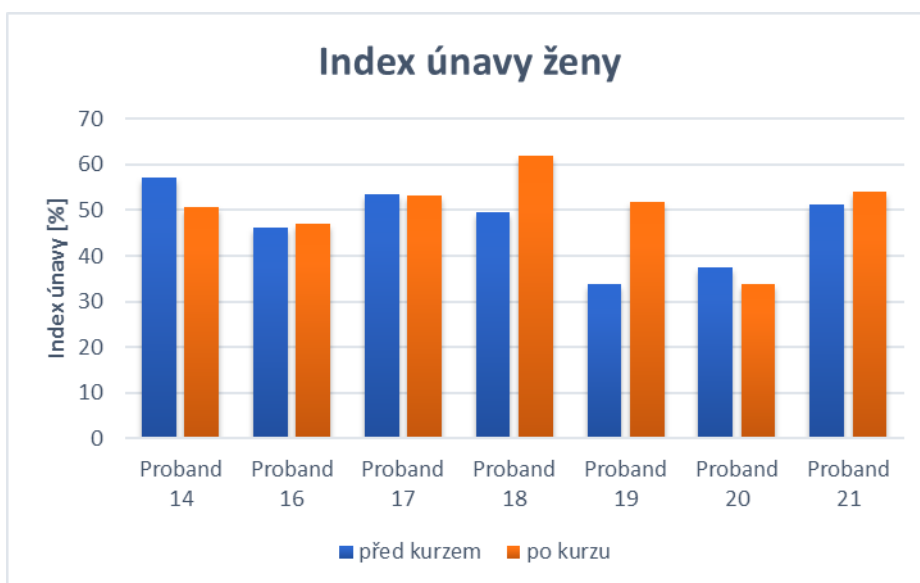
Graf č. 26 znázorňuje celkový průměr hodnot indexu únavy v procentech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf ukazuje, že i když jsme u většiny probandů po absolvování týdenního lyžařského kurzu naměřili nižší hodnoty než před kurzem, tak celková průměrná hodnota probandů se zvýšila. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 3,29 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,22$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru není statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 26: Index únavy muži

Index únavy ženy – sloupcový graf

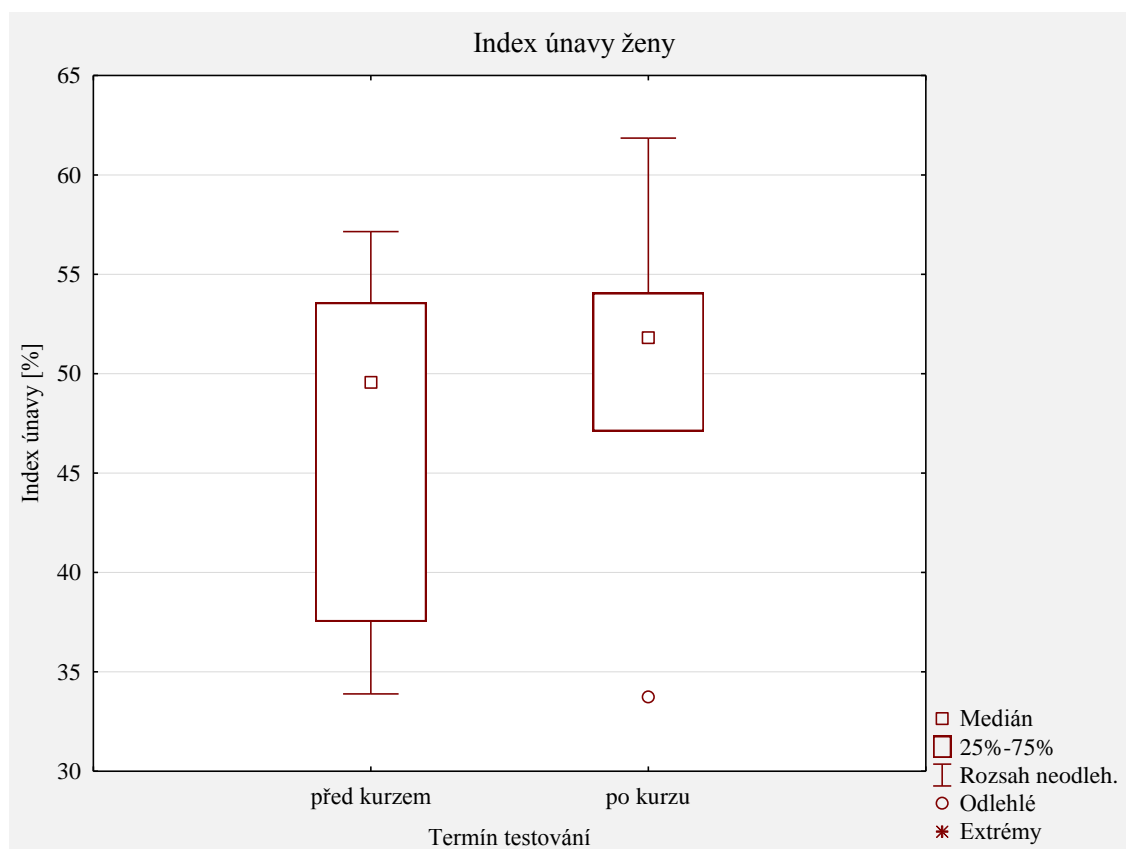
Graf č. 27 znázorňuje hodnoty indexu únavy v procentech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že čtyři probandi si díky absolvování lyžařského kurzu zvýšili svou hodnotu indexu únavy. Naopak u třech probandů měl lyžařský kurz opačný vliv, u těchto probandů jsme zaznamenali snížení hodnoty indexu únavy. Největší rozdíl mezi hodnotami před kurzem a po kurzu můžeme vidět u probanda č. 18, kterému hodnota indexu únavy klesla o 12,28 %. Naopak nejmenší rozdíl byl naměřen probandovi č. 17, tento rozdíl mezi měřeními činil pouze 0,41 %. Nejvyšší naměřená hodnota indexu únavy u žen činila 61,85 % a byla naměřena probandovi č. 18. Naopak tu nejnižší hodnotu indexu únavy jsme zaznamenali u probanda č. 20, která činila 33,75 %.



Graf 27: Index únavy ženy

Index únavy ženy – krabicový graf

Graf č. 28 znázorňuje celkový průměr hodnot indexu únavy v procentech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf potvrzuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu indexu únavy. Celkové zvýšení hodnoty u probandů oproti prvnímu měření bylo o 7,16 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,43$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru není statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 28: Index únavy ženy

5.3 Spiroergometrie a Spirometrie

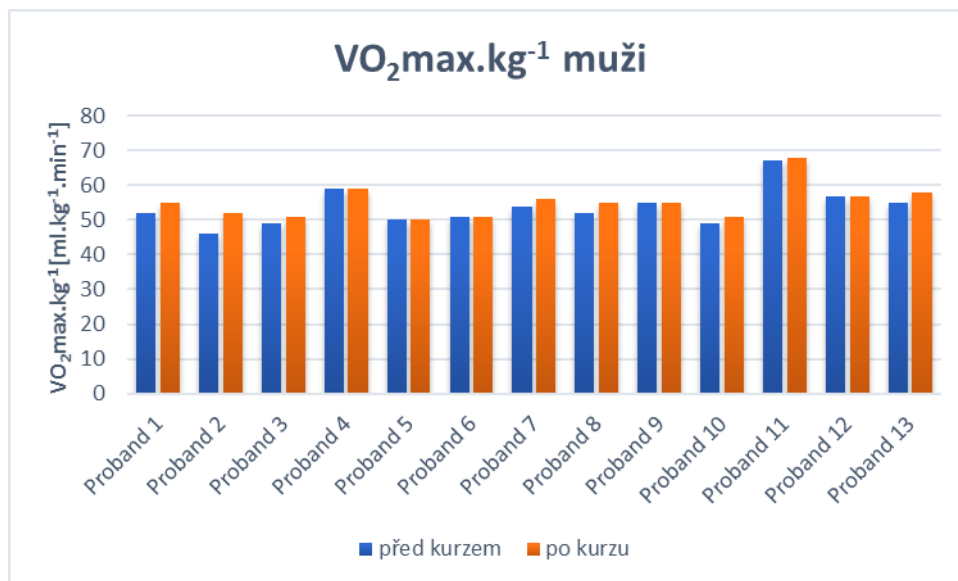
V této části diplomové práce se zabýváme výsledky a porovnáváním hodnot z oblasti spiroergometrie a spirometrie. Výsledné hodnoty z této oblasti jsme získali díky měřením v laboratoři KTVS. Měření probíhalo stejně jako u Wingate testu na dvě etapy. První etapou bylo naměření hodnot před lyžařským kurzem a ve druhé etapě byly naměřeny hodnoty v týdnu po lyžařském kurzu. V oblasti spiroergometrie nás nejvíce zajímali následující parametry: maximální spotřeba kyslíku, tepový kyslík, Minutový

respirační objem. V oblasti spirometrie nás zajímal pouze jeden parametr, a to usilovná vitální kapacita.

5.3.1 VO_2max

$VO_2max.kg^{-1}$ muži – sloupcový graf

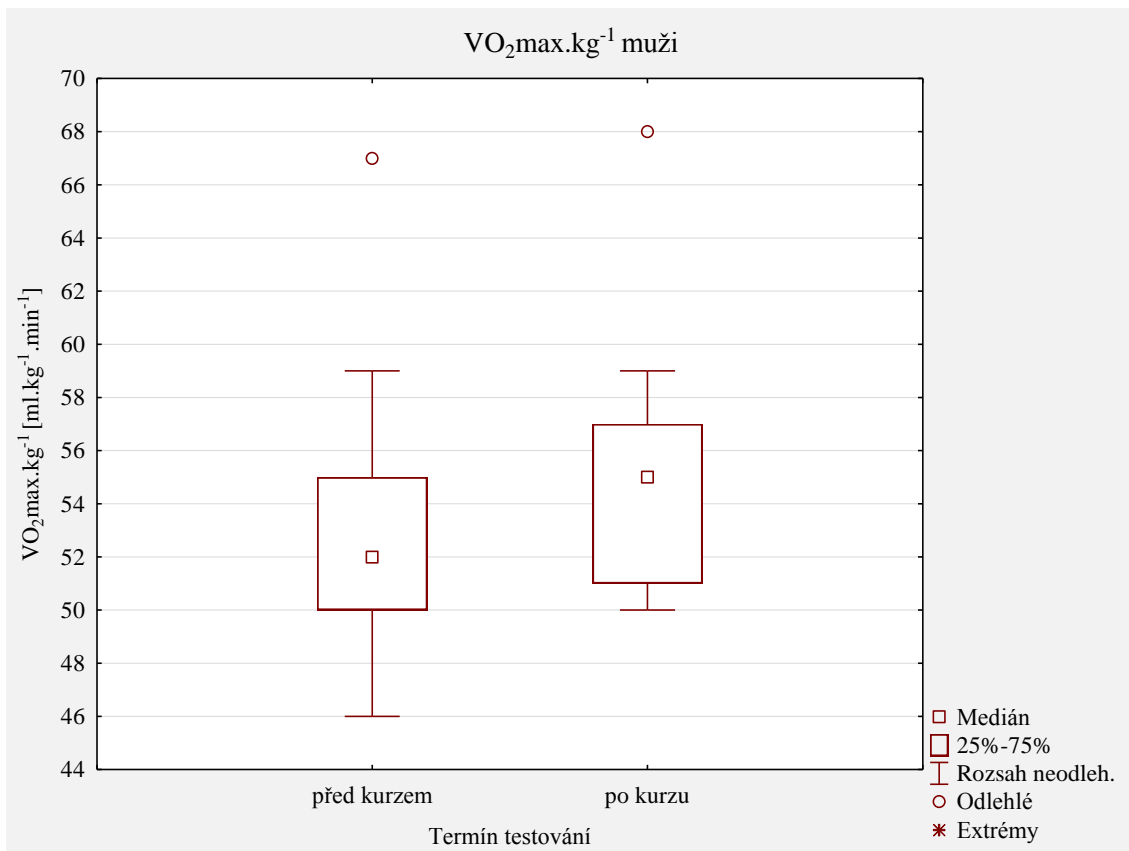
Graf č. 29 znázorňuje hodnoty VO_2max na jeden kilogram váhy v mililitrech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že většina probandů si po absolvování lyžařského kurzu zvýšila svou hodnotu VO_2max . Osm probandů si zvýšilo svou hodnotu VO_2max oproti prvnímu měření. U zbylých pěti probandů jsme při druhém měření naměřili totožné hodnoty jako při prvním měření, nedošlo u nich tedy ani ke zlepšení ani ke zhoršení. Tento parametr byl tedy prvním, kde jsme nezaznamenali ani u jednoho z probandů zhoršení oproti měření před kurzem. U tohoto parametru jsme očekávali, že většině probandům se díky absolvování lyžařského kurzulepší jejich hodnota VO_2max a toto očekávání se nám potvrdilo. Největšího zlepšení mezi hodnotami před kurzem a po kurzu dosáhl proband č. 2, kterému se hodnota VO_2max zvýšila o 6 ml. Nejmenší rozdíl mezi měřeními si připsalo zmiňovaných pět probandů, kteří měli během obou měření totožné hodnoty, tudíž jejich rozdíl byl nulový. Nejvyšší naměřená hodnota VO_2max u mužů činila 68 ml. Tuto hodnotu jsme naměřili probandovi č. 11. O nejnižší naměřenou hodnotu VO_2max se postaral proband č. 2, tato hodnota činila 46 ml.



Graf 29: $VO_2max.kg^{-1}$ muži

VO₂max.kg⁻¹ muži – krabicový graf

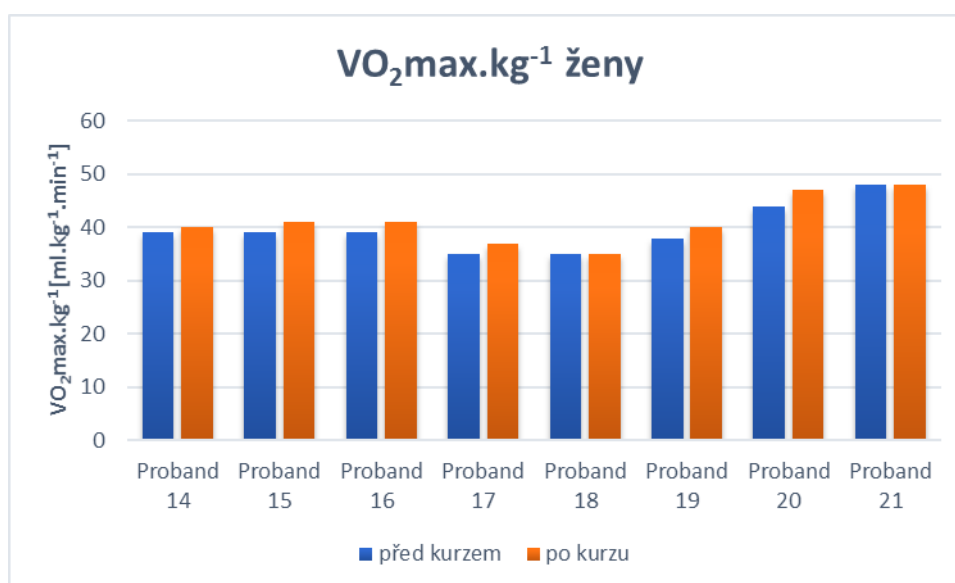
Graf č. 30 znázorňuje celkový průměr hodnot VO₂max na jeden kilogram váhy v mililitrech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu VO₂max. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 3,16 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem (d=0,34). Zvýšení hodnot u parametru VO₂max je také statisticky významné (p<0,05). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 30: VO₂max.kg⁻¹ muži

VO₂max.kg⁻¹ ženy – sloupcový graf

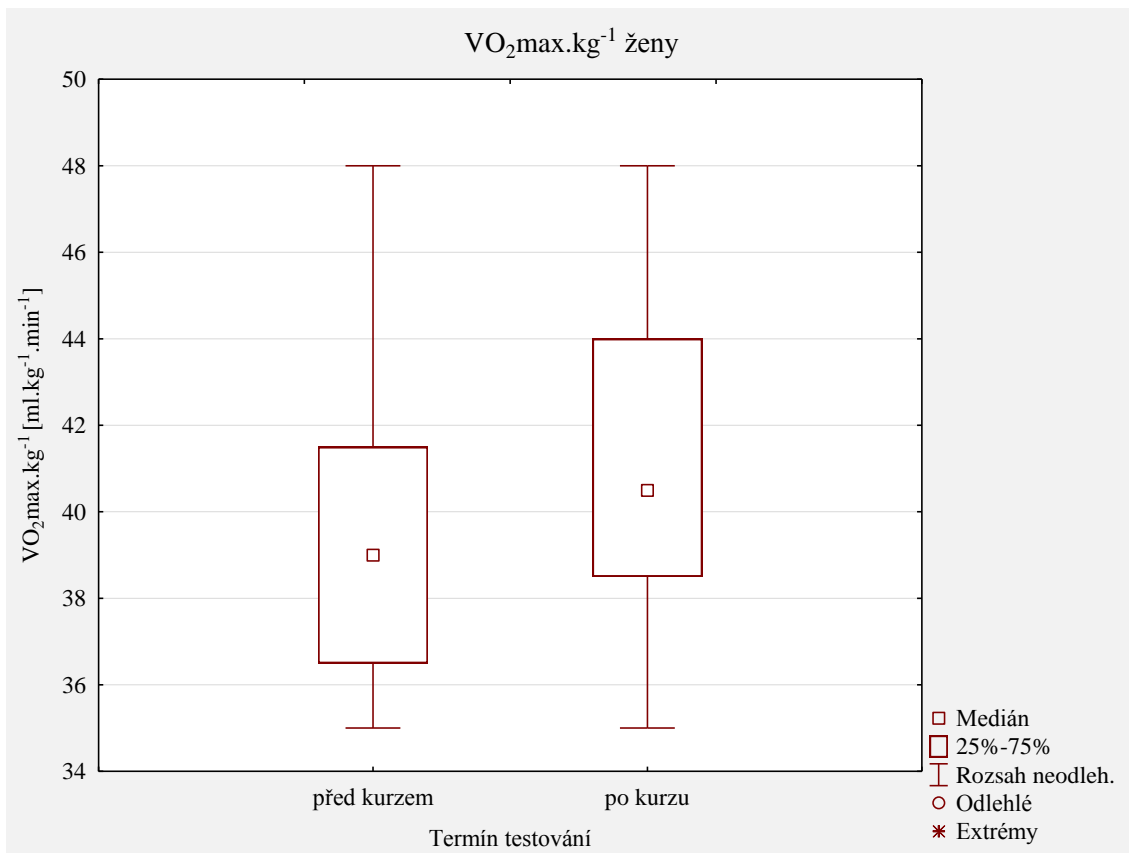
Graf č. 31 znázorňuje hodnoty VO₂max na jeden kilogram váhy v mililitrech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že u žen stejně jako u mužů si většina probandů po absolvování lyžařského kurzu zvýšila svou hodnotu VO₂max. U žen měl tento parametr velmi podobný průběh jako u mužů. Šest probandů si svou hodnotu VO₂max oproti měření před kurzem zvýšilo. U zbývajících dvou probandů jsme obdobně jako u mužů naměřili před kurzem i po kurzu stejné hodnoty, tudíž u nich k žádným změnám nedošlo. V tomto parametru tedy ženy navázaly na muže a ani zde jsme nezaznamenali ani u jednoho probanda zhoršení oproti měření před kurzem. I u žen ohledně tohoto parametru jsme předpokládali, že většině probandům se díky absolvování lyžařského kurzu zlepší jejich hodnota VO₂max a tento předpoklad se nám opět potvrdil. Největšího zlepšení mezi hodnotami před kurzem a po kurzu dosáhl proband č. 20, kterému se hodnota VO₂max zvýšila o 3 ml. Nejmenší rozdíl mezi měřeními si připsali dva probandi, kterým se hodnota VO₂max od prvního měření nezměnila, tím pádem jsme u nich nezaznamenali žádný rozdíl. Nejvyšší naměřená hodnota VO₂max u žen činila 48 ml. Tuto hodnotu jsme naměřili probandovi č. 21. O nejnižší naměřenou hodnotu VO₂max se postaral proband č. 18, tato hodnota činila 35 ml. V grafu dále můžeme vidět, že těm dvěma probandům, kterým byla před kurzem i po kurzu naměřena totožná hodnota VO₂max, tak právě u nich jsme zaznamenali zmíněnou nejvyšší a nejnižší hodnotu VO₂max.



Graf 31: VO₂max.kg⁻¹ ženy

VO₂max.kg⁻¹ ženy – krabicový graf

Graf č. 32 znázorňuje celkový průměr hodnot VO₂max na jeden kilogram váhy v mililitrech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu VO₂max. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 3,79 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné, a to s malým efektem (d=0,23). Změna výsledků u tohoto parametru je statisticky významná (p<0,05). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.

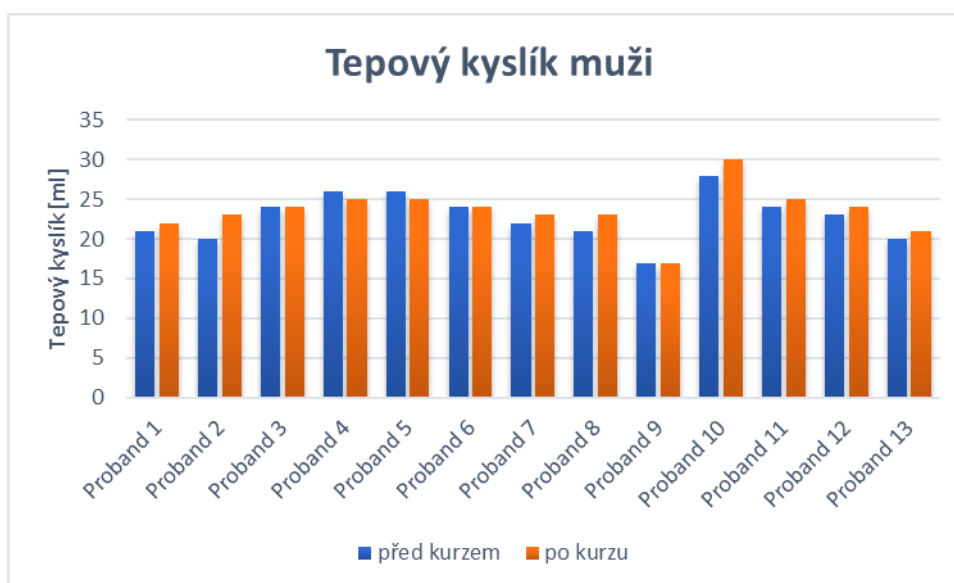


Graf 32: VO₂max.kg⁻¹ ženy

5.3.2 Tepový kyslík

Tepový kyslík muži – sloupcový graf

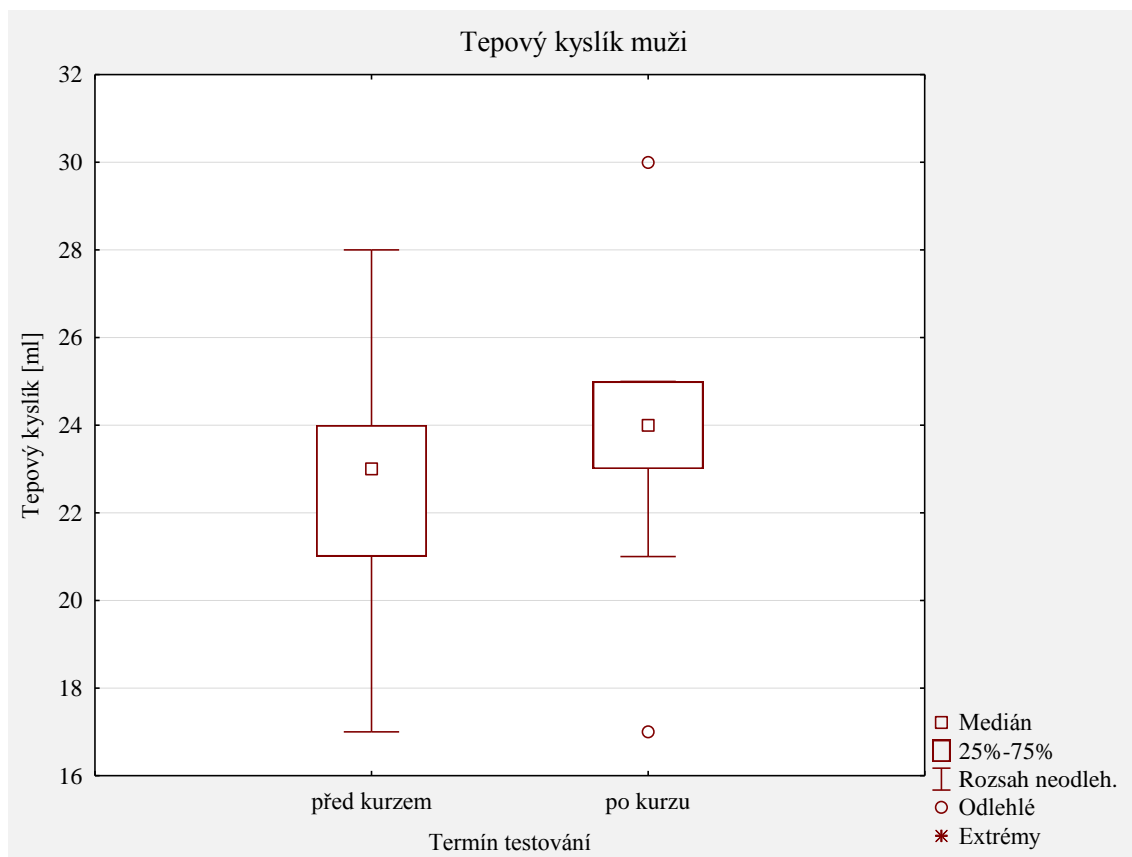
Graf č. 33 znázorňuje hodnoty tepového kyslíku v mililitrech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu se většině probandům podařilo zvýšit si svou hodnotu tepového kyslíku. U osmi probandů jsme zaznamenali zlepšení oproti prvnímu měření před kurzem. U třech probandů jsme nezaznamenali žádnou změnu, jejich hodnota před kurzem i po kurzu byla totožná. Pouze u dvou probandů jsme po kurzu naměřili nižší hodnoty tepového kyslíku oproti měření před kurzem. U parametru tepový kyslík bylo obdobně jako u parametru $VO_2\max$ předpokládáno, že u většiny probandů dojde po absolvování kurzu ke zvýšení hodnot a tento předpoklad se nám opět potvrdil. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 2, který si svou hodnotu vylepšil o 3 ml. Naopak největší záporný rozdíl jsme zaznamenali u probanda č. 4 a probanda č. 5, kterým se jejich hodnota tepového kyslíku snížila shodně o 1 ml. O nejvyšší naměřenou hodnotu tepového kyslíku se postaral proband č. 10, jehož hodnota byla 30 ml. Naopak o nejnižší naměřenou hodnotu se zasloužil proband č. 9, jeho hodnota činila 17 ml.



Graf 33: Tepový kyslík muži

Tepový kyslík muži – krabicový graf

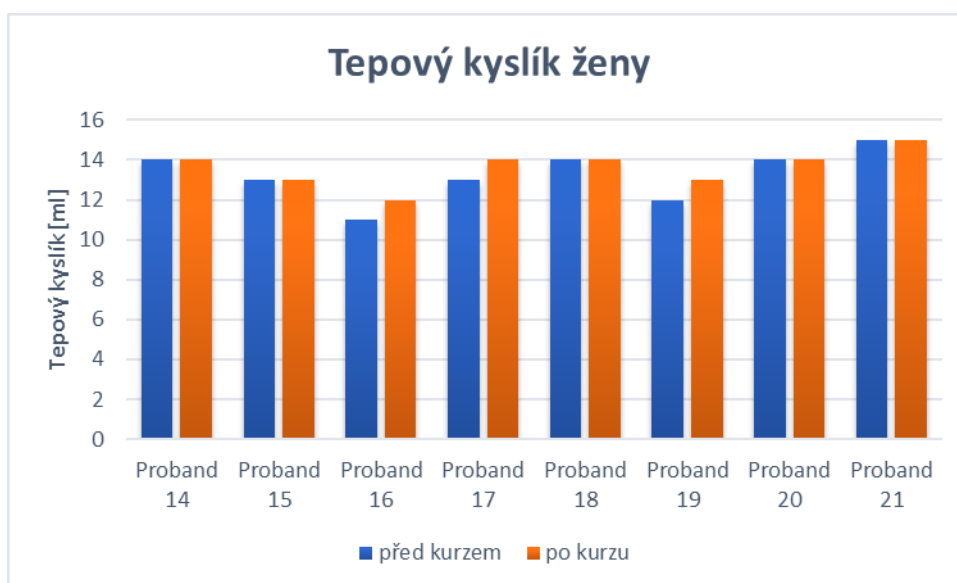
Graf č. 34 znázorňuje celkový průměr hodnot tepového kyslíku v mililitrech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu tepového kyslíku. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 3,38 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné s malým efektem ($d=0,27$). Zvýšení hodnot u parametru tepový kyslík je i statisticky významné ($p<0,05$). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 34: Tepový kyslík muži

Tepový kyslík ženy – sloupcový graf

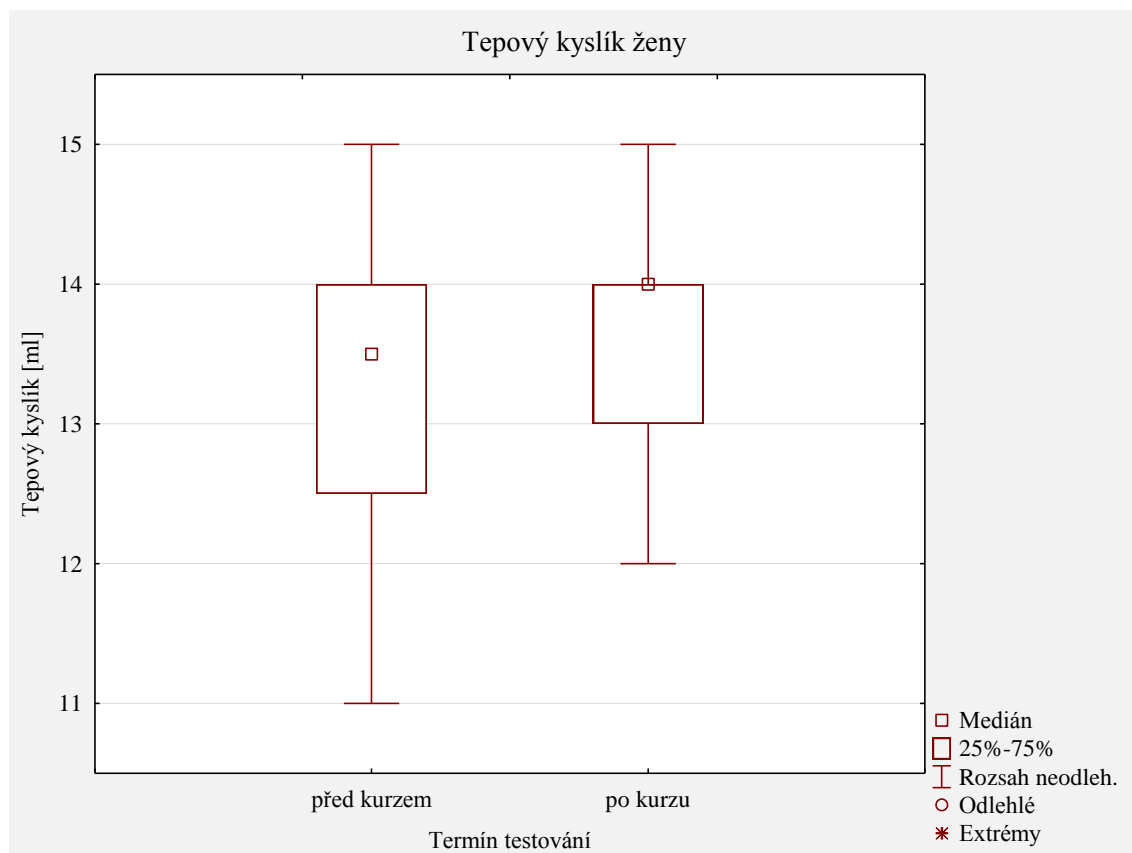
Graf č. 35 znázorňuje hodnoty tepového kyslíku v mililitrech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že většině probandů se po absolvování lyžařského kurzu hodnota tepového kyslíku nezměnila. U pěti probandů jsme nezaznamenali žádnou změnu, jejich hodnota před kurzem i po kurzu byla totožná. U dvou probandů došlo ke zlepšení, po kurzu jsme jim naměřili vyšší hodnoty tepového kyslíku oproti měření před kurzem. U žen jsme u tohoto parametru nezaznamenali u žádného probanda, že by došlo po absolvování kurzu ke snížení hodnot. U žen se tedy předpokládá, že si většina probandů díky absolvování kurzu zvýší svou hodnotu tepového kyslíku nepotvrdil. Kladného rozdílu tedy dosáhli pouze tři probandi, a to proband č. 16, proband č. 17 a proband č. 19. Všichni tři probandi si svou hodnotu tepového kyslíku vylepšili o 1 ml. K zápornému rozdílu nedošlo, jelikož si žádný proband svou hodnotu nesnížil. Nejvyšší hodnota tepového kyslíku byla naměřena probandovi č. 21, a to 15 ml. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena probandovi č. 16, která činila 11 ml.



Graf 35: Tepový kyslík ženy

Tepový kyslík ženy – krabicový graf

Graf č. 36 znázorňuje celkový průměr hodnot tepového kyslíku v mililitrech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf ukazuje, že i když jsme u většiny probandů po absolvování týdenního lyžařského kurzu naměřili stejné hodnoty jako před kurzem, tak celková průměrná hodnota probandů se zvýšila. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 2,83 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Dále vidíme, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.

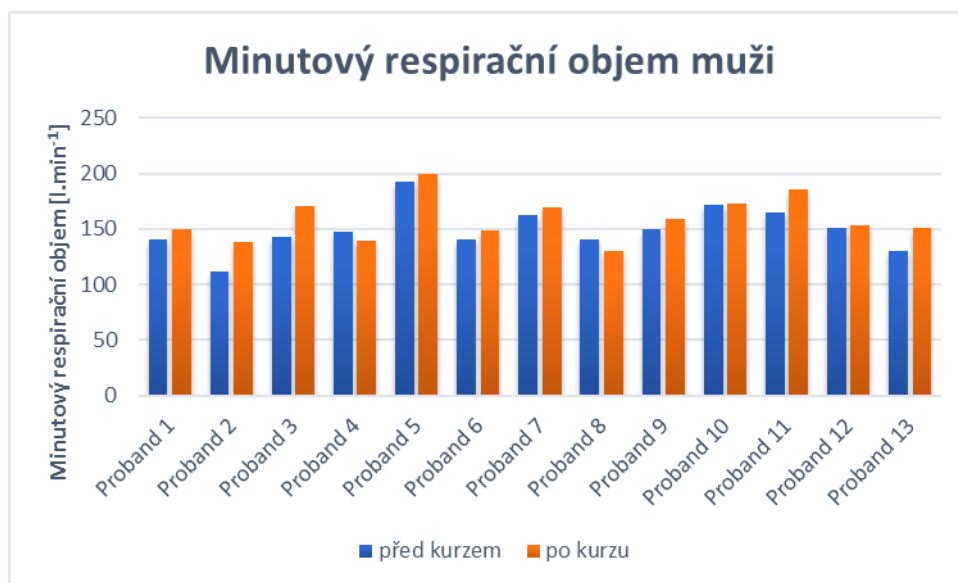


Graf 36: Tepový kyslík ženy

5.3.3 Minutový respirační objem

Minutový respirační objem muži – sloupcový graf

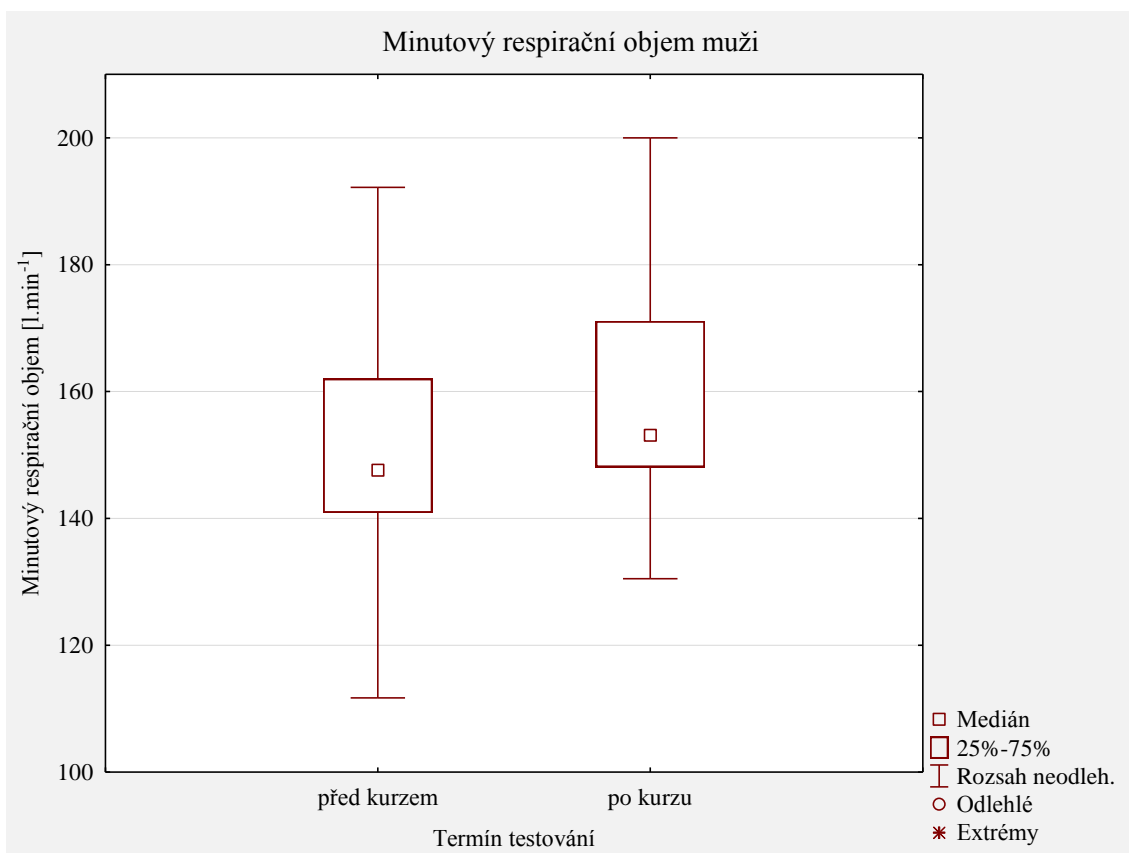
Graf č. 37 znázorňuje hodnoty minutového respiračního objemu v litrech u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu se velké většině probandů podařilo zvýšit si svou hodnotu minutového respiračního objemu. Hned jedenácti probandům byla při druhém měření naměřena vyšší hodnota než při prvním měření a pouze u dvou probandů tomu bylo naopak. Největšího progresu dosáhl proband č. 2, hodnota jeho progresu činila 26,4 ml. Naopak největšího regresu dosáhl proband č. 8, hodnota jeho regresu činila 10,1 ml. Nejvyšší naměřená hodnota činila 200 ml a postaral se o ni proband č. 5. Nejnižší hodnota byla naměřena probandovi č. 2, která činila 111,7 ml. U tohoto parametru se nám potvrdilo očekávání, že se většině probandů díky kurzu zvýší hodnota minutového respiračního objemu.



Graf 37: Minutový respirační objem muži

Minutový respirační objem muži – krabicový graf

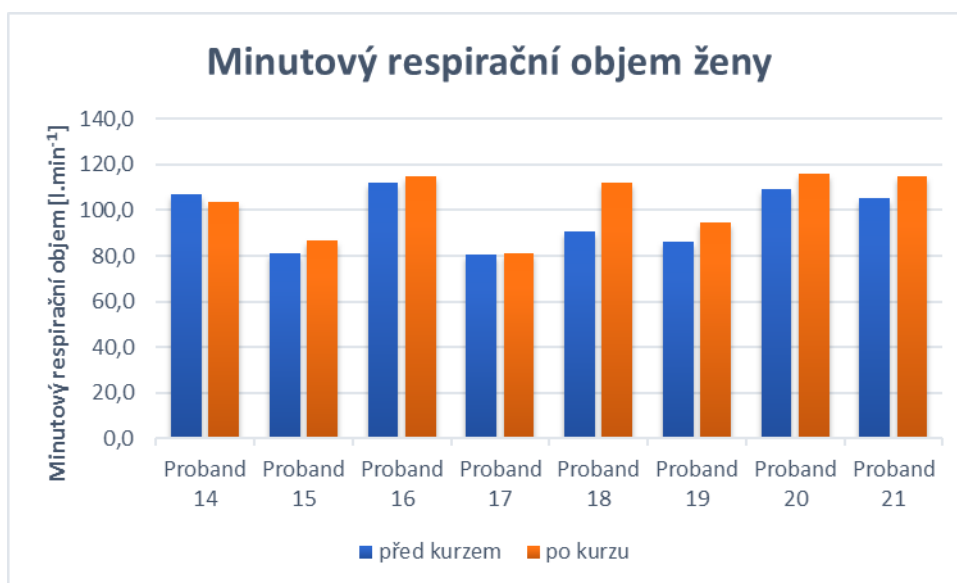
Graf č. 38 znázorňuje celkový průměr hodnot minutového respiračního objemu v litrech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu minutového respiračního objemu. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 6,29 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné, a to na hranici mezi malým a středním efektem ($d=0,49$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru je statisticky významné ($p<0,05$). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 38: Minutový respirační objem muži

Minutový respirační objem ženy – sloupcový graf

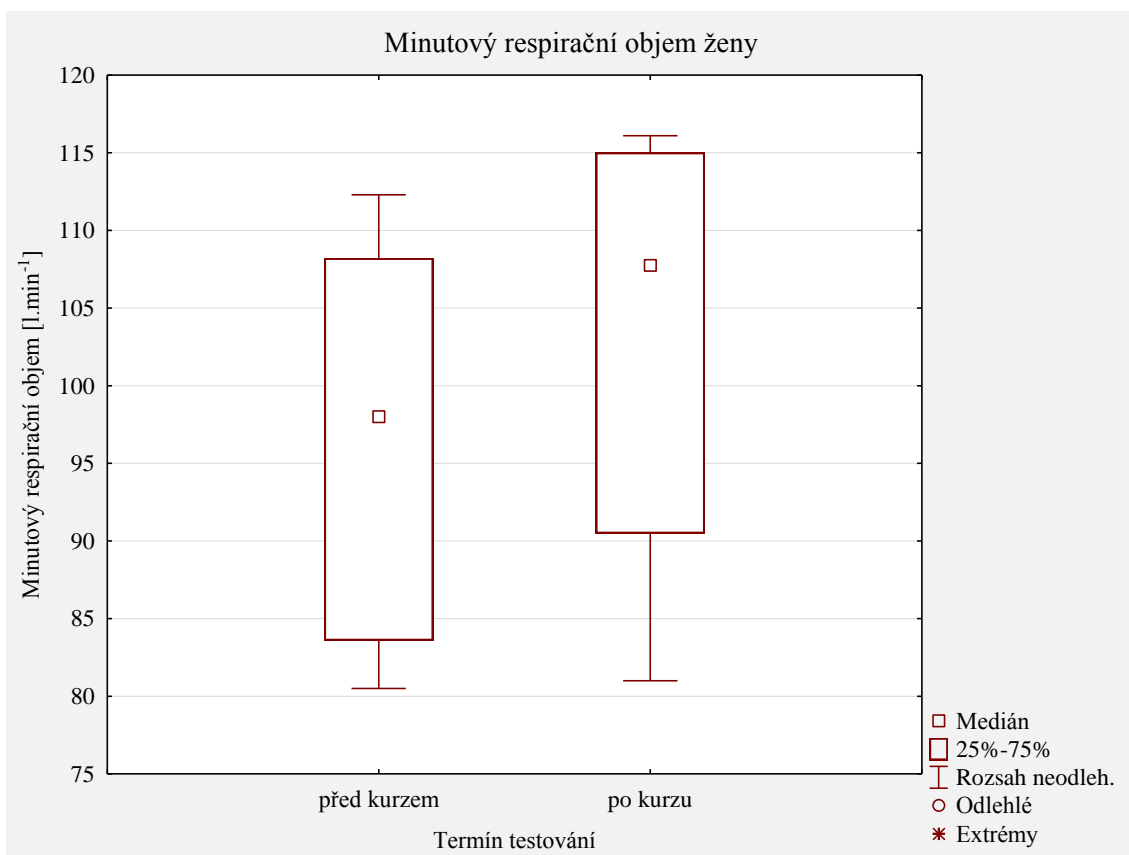
Graf č. 39 znázorňuje hodnoty minutového respiračního objemu v litrech u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu se většině probandům podařilo zvýšit si svou hodnotu minutového respiračního objemu. U sedmi probandů jsme po kurzu zaznamenali vyšší hodnoty nežli před kurzem a pouze jeden proband si svou hodnotu snížil. Největšího progresu dosáhl proband č. 18, hodnota jeho progresu činila 21,2 ml. Naopak největšího regresu dosáhl proband č. 14, jelikož byl jediný, kdo si snížil svou hodnotu. Hodnota jeho regresu činila 3,5 ml. Nejvyšší naměřená hodnota činila 116,1 ml a postaral se o ni proband č. 20. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena probandovi č. 17, která činila 80,5 ml.



Graf 39: Minutový respirační objem ženy

Minutový respirační objem ženy – krabicový graf

Graf č. 40 znázorňuje celkový průměr hodnot minutového respiračního objemu v litrech u žen před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu minutového respiračního objemu. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 6,63 %. Výkonnostní zlepšení u tohoto parametru je věcně významné, opět na hranici malého a středního efektu ($d=0,46$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru je statisticky významné ($p<0,05$). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilů.

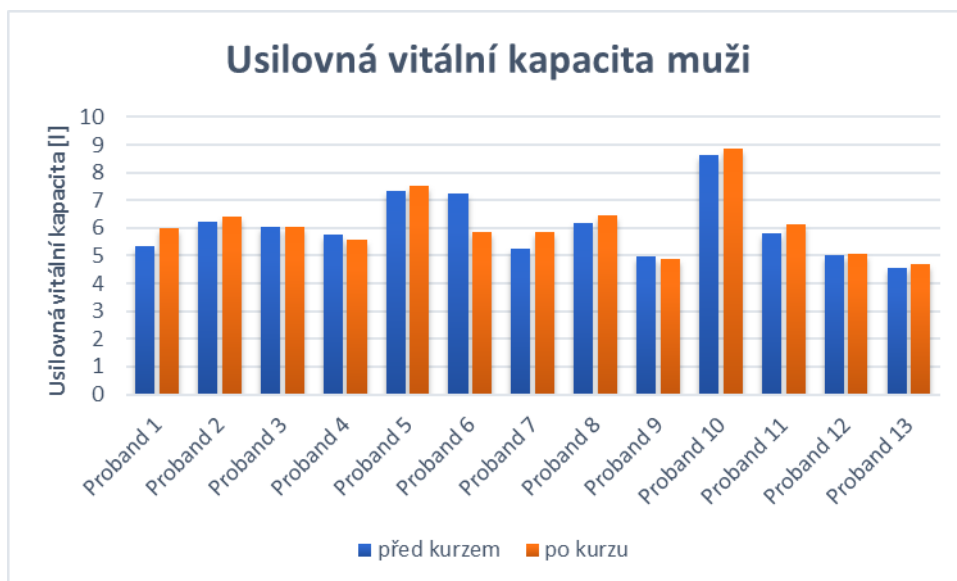


Graf 40: Minutový respirační objem ženy

5.3.4 Usilovná vitální kapacita

Usilovná vitální kapacita muži – sloupcový graf

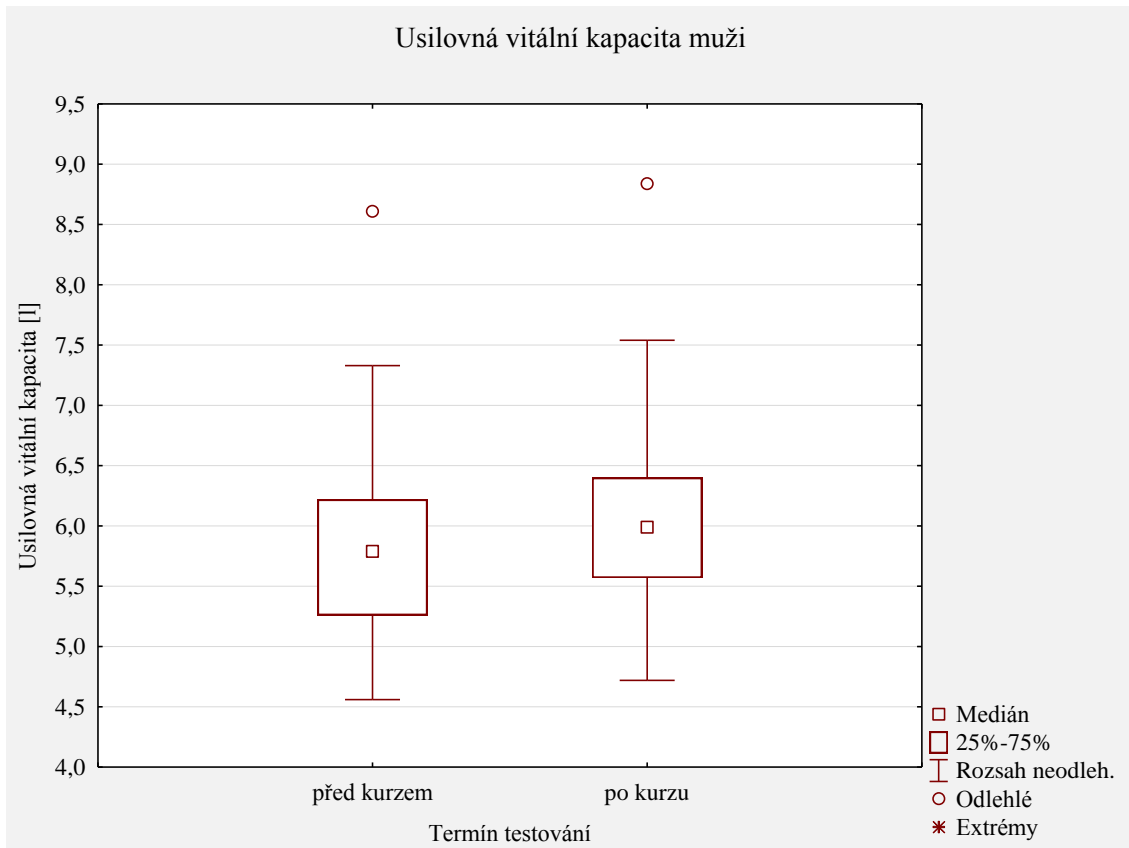
Graf ř. 41 znázorňuje hodnoty usilovné vitální kapacity u mužů před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu si většina probandů zvýšila svou hodnotu usilovné vitální kapacity. U devíti probandů se hodnota usilovné vitální kapacity zvýšila a u třech probandů se tato hodnota snížila oproti naměřené hodnotě před kurzem. U probanda č. 3 jsme jako u jediného probanda zaznamenali stejné hodnoty před kurzem i po kurzu, u něho tedy změna neproběhla. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 1, který si svou hodnotu vylepšil o 0,65 l. Naopak největší záporný rozdíl jsme zaznamenali u probanda č. 6, kterému se jeho hodnota snížila o 1,38 l. O nejvyšší naměřenou hodnotu usilovné vitální kapacity se postaral proband č. 10, jehož hodnota byla 8,84 l. Tuto hodnotu můžeme u mužů zařadit mezi velice nadprůměrné hodnoty trénovaného jedince. Naopak o nejnižší naměřenou hodnotu se zasloužil proband č. 13, jeho hodnota činila 4,56 l. Tato hodnota spadá mezi průměrné hodnoty běžné populace.



Graf 41: Usilovná vitální kapacita muži

Usilovná vitální kapacita muži – krabicový graf

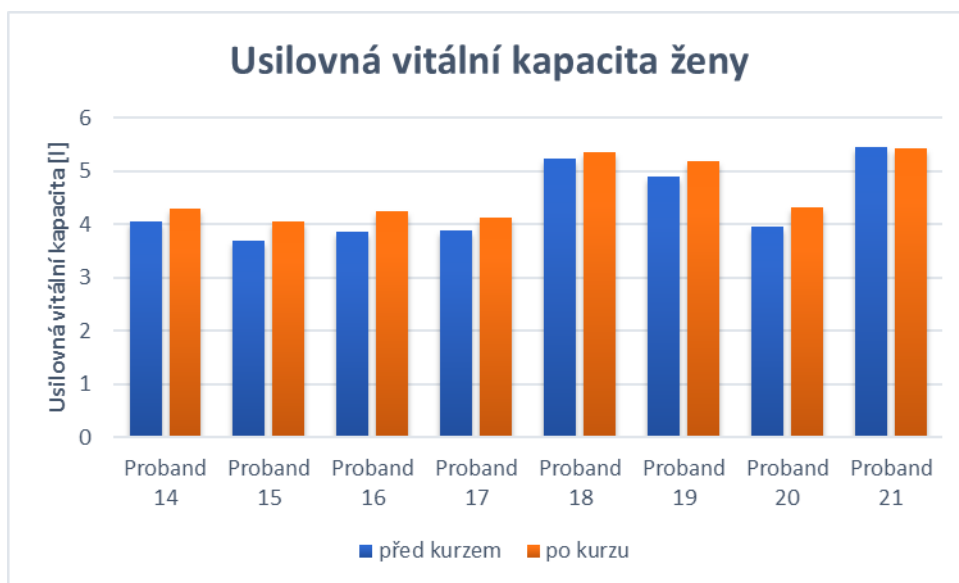
Graf č. 42 znázorňuje celkový průměr hodnot usilovné vitální kapacity v litrech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandů se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu usilovné vitální kapacity. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 1,35 %. Zvýšení hodnot u tohoto parametru není věcně ani statisticky významné. Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilů.



Graf 42: Usilovná vitální kapacita muži

Usilovná vitální kapacita ženy – sloupcový graf

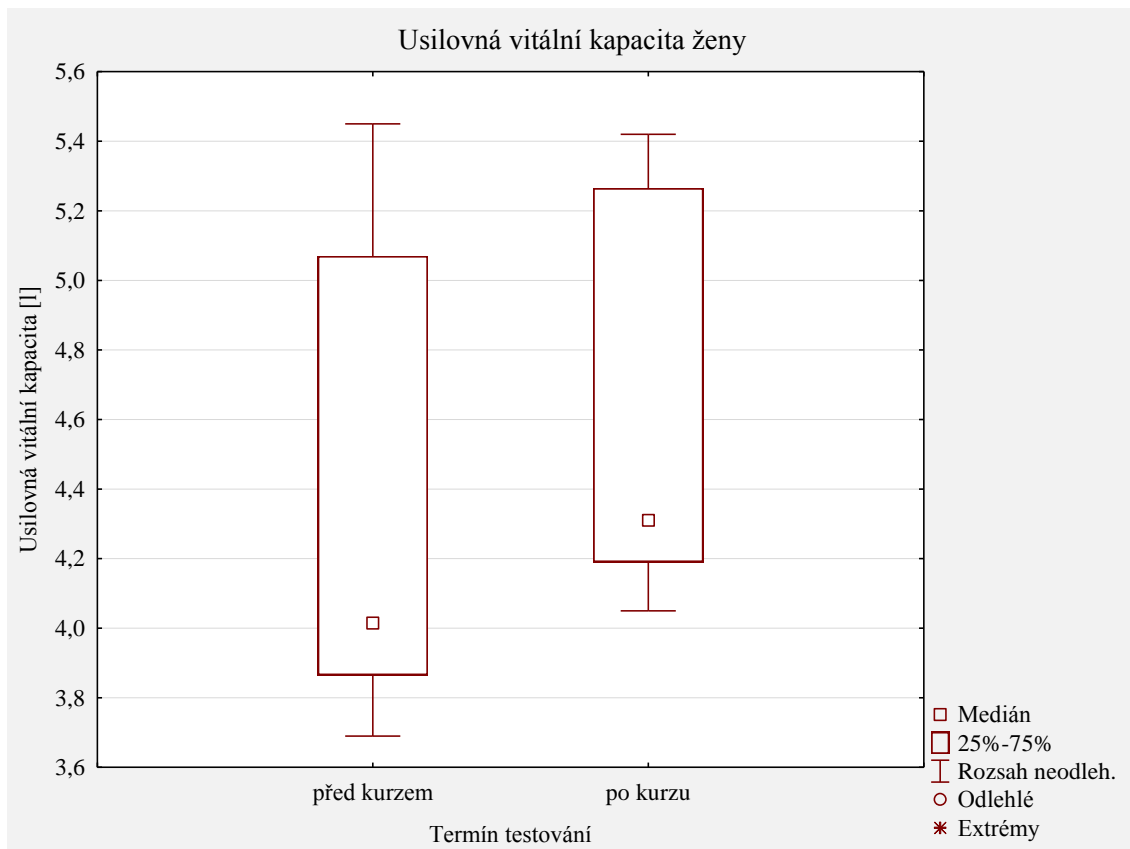
Graf č. 43 znázorňuje hodnoty usilovné vitální kapacity u žen před kurzem a po kurzu u každého probanda zvlášť. V grafu můžeme vidět, že po absolvování týdenního lyžařského kurzu si většina probandů zvýšila svou hodnotu usilovné vitální kapacity. Sedm probandů si svou hodnotu usilovné vitální kapacity zvýšilo a pouze u jediného probanda jsme zaznamenali snížení hodnoty oproti naměřené hodnotě před kurzem. Největšího kladného rozdílu dosáhl proband č. 16, který si svou hodnotu vylepšil o 0,4 l. Jediného, tudíž největšího záporného rozdílu dosáhl proband č. 21, kterému se jeho hodnota snížila pouze o 0,03 l. O nejvyšší naměřenou hodnotu usilovné vitální kapacity se postaral proband č. 21, jehož hodnota byla 5,45 l. Tuto hodnotu můžeme u žen zařadit mezi lehce nadprůměrné hodnoty běžné populace. Naopak o nejnižší naměřenou hodnotu se zasloužil proband č. 15, jeho hodnota činila 3,69 l. Tato hodnota spadá mezi lehce podprůměrné hodnoty běžné populace.



Graf 43: Usilovná vitální kapacita ženy

Usilovná vitální kapacita ženy – krabicový graf

Graf č. 44 znázorňuje celkový průměr hodnot usilovné vitální kapacity v litrech u mužů před kurzem a po kurzu u probandů dohromady. Graf dokazuje, že tvrzení výše je pravdivé, a to že většině probandům se během týdenního lyžařského kurzu podařilo zvýšit svou hodnotu usilovné vitální kapacity. Celkové zlepšení probandů oproti prvnímu měření bylo o 5,59 %. Zvýšení hodnot u tohoto parametru není věcně významné, ale je statisticky významné ($p < 0,05$). Můžeme také vidět, že došlo k nárůstu v oblasti mediánu a kvartilu.



Graf 44: Usilovná vitální kapacita ženy

6 Diskuze

První tři hypotézy se týkaly změn v oblasti složení těla, ke kterým došlo díky absolvování týdenního lyžařského kurzu. Mezi tři zkoumané parametry jsme zařadili množství tělesného tuku, svalové hmoty a tělesné vody v těle.

První hypotéza se týkala množství tělesného tuku. U tohoto parametru jsme předpokládali, že po absolvování kurzu dojde u probandů ke snížení hodnot. Tento předpoklad se však nepotvrdil. Většina studentů si zvýšila svou hodnotu tělesného tuku v těle a průměrná hodnota všech probandů byla také vyšší. U mužů nebylo zvýšení hodnot věcně ani statisticky významné. U žen bylo zvýšení hodnot věcně významné s malým efektem ($d=0,27$) a nebylo statisticky významné. Zvýšení množství tělesného tuku v těle si vysvětlují vyšší hodnotou energetického příjmu oproti výdeji.

Druhá hypotéza se týkala množství svalové hmoty. U tohoto parametru jsme v závislosti na snížení tělesného tuku v těle očekávali naopak zvýšení hodnot. Jelikož ale ke snížení tělesného tuku nedošlo, tak nedošlo ani ke zvýšení svalové hmoty v těle. Většina studentů si snížila svou hodnotu svalové hmoty v těle a průměrná hodnota všech probandů byla také nižší. U mužů ani u žen nebylo snížení hodnot věcně ani statisticky významné.

Třetí hypotéza se týkala množství tělesné vody. U tohoto parametru jsme předpokládali, že po absolvování kurzu dojde u probandů ke zvýšení hodnot. Zvýšení tělesného tuku však mělo za následek snížení tělesné vody, tudíž se nám tento předpoklad nepotvrdil. Většina studentů si snížila svou hodnotu tělesné vody v těle a průměrná hodnota všech probandů byla také nižší. U mužů ani u žen nebylo snížení hodnot věcně ani statisticky významné.

U následujících osmi hypotéz jsme zkoumali, jestli po absolvování týdenního lyžařského kurzu dojde ke zlepšení v oblasti kondičních předpokladů. Mezi zkoumané parametry jsme zařadili maximální výkon, průměrný výkon, maximální 5 sekundový výkon, index únavy, $VO_2\max$, tepový kyslík, minutový respirační objem a usilovnou vitální kapacitu.

Čtvrtá hypotéza se týkala maximálního výkonu. Zde jsme předpokládali, že po absolvování kurzu dojde ke zvýšení hodnot. Předpoklad se nám potvrdil, jelikož většina studentů si vylepšila svou hodnotu maximálního výkonu a průměrná hodnota všech probandů byla také vyšší. Výkonnostní zlepšení u mužů bylo věcně významné s malým

efektem ($d=0,38$) a statisticky významné nebylo. Zlepšení u žen nebylo věcně ani statisticky významné.

Pátá hypotéza se týkala průměrného výkonu. U tohoto parametru jsme rovněž předpokládali, že po absolvování kurzu dojde ke zlepšení. Tento parametr byl jediný, u kterého jsme zaznamenali zhoršení, ale pouze u žen. U mužů si většina probandů svou hodnotu zlepšila. Zlepšení však nebylo věcně ani statisticky významné.

Šestá hypotéza se týkala maximálního 5 sekundového výkonu. Zde jsme stejně jako u předchozích dvou výkonů očekávali zlepšení hodnot. Toto očekávání se potvrdilo, protože většina studentů si vylepšila svou hodnotu maximálního 5 sekundového výkonu a průměrná hodnota všech probandů byla také vyšší. U mužů bylo zlepšení věcně významné s malým efektem ($d=0,38$) a statisticky významné nebylo. U žen nebylo zlepšení věcně ani statisticky významné.

Sedmá hypotéza se týkala indexu únavy. Zde si jedna polovina studentů zhoršila a druhá polovina zvýšila svou hodnotu indexu únavy. Průměrná hodnota všech probandů byla však o mnohem vyšší. Zvýšení hodnot bylo věcně významné s malým efektem jak u mužů ($d=0,22$), tak i u žen ($d=0,43$). Zvýšení hodnot nebylo u mužů ani u žen statisticky významné.

Osmá hypotéza se týkala $VO_2\text{max}$. Zde jsme předpokládali, že po absolvování kurzu dojde ke zvýšení hodnot. Tento předpoklad se potvrdil. Většina studentů si svou hodnotu $VO_2\text{max}$ zvýšila a ani u jednoho studenta jsme nezaznamenali zhoršení. Průměrná hodnota všech probandů byla tím pádem také vyšší. Výkonnostní zlepšení u mužů bylo věcně významné s malým efektem ($d=0,34$) a u žen bylo také věcně významné s malým efektem ($d=0,23$). U mužů i u žen bylo zlepšení statisticky významné ($p<0,05$).

Devátá hypotéza se týkala tepového kyslíku. Zde jsme předpokládali, že po absolvování kurzu dojde ke zvýšení hodnot. Předpoklad se nám potvrdil, jelikož většina studentů si vylepšila svou hodnotu tepového kyslíku a průměrná hodnota všech probandů byla také vyšší. U mužů bylo zlepšení věcně významné s malým efektem ($d=0,27$) i statisticky významné ($p<0,05$). U žen zlepšení nebylo věcně ani statisticky významné.

Desátá hypotéza se týkala minutového respiračního objemu. I u tohoto parametru jsme očekávali zlepšení. Naše očekávání se potvrdilo. Většina studentů si

svou hodnotu minutového respiračního objemu vylepšila a tím pádem byla vyšší i průměrná hodnota všech probandů. Výkonnostní zlepšení u mužů bylo věcně významné, a to na hranici mezi malým a středním efektem ($d=0,49$). U žen bylo zlepšení věcně významné opět na hranici malého a středního efektu ($d=0,46$). Zvýšení hodnot u tohoto parametru bylo u mužů i u žen statisticky významné ($p<0,05$).

Jedenáctá hypotéza se týkala usilovné vitální kapacity. Jako u předchozích parametrů, tak i tady jsme předpokládali, že dojde ke zlepšení. U většiny studentů jsme zaznamenali zvýšení hodnot usilovné vitální kapacity a průměrná hodnota všech probandů byla také vyšší. U mužů ani u žen nebylo zlepšení věcně významné. U žen bylo zlepšení statisticky významné ($p<0,05$), u mužů nikoliv.

7 Závěr

Hlavní částí této diplomové práce byla snaha zjistit, zda dojde ke zlepšení v oblasti kondičních předpokladů u výzkumného souboru vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. Dále jsme také zkoumali, k jakým změnám dojde v oblasti složení těla díky absolvování tohoto kurzu. Vzhledem k tomu, že lyžařský kurz probíhal ve vyšší nadmořské výšce a hodinová dotace pohybové aktivity v týdnu na kurzu byla mnohem vyšší než v týdnu před kurzem, tak jsme očekávali zlepšení u zkoumaných parametrů v oblasti kondičních předpokladů. Toto očekávání se nám potvrdilo, jelikož pouze u žen u jednoho parametru jsme zaznamenali zhoršení, u všech ostatních parametrů, jak u mužů, tak u žen jsme zaznamenali zlepšení. Co se týče oblasti složení těla, tak zde jsme vzhledem k vysoké fyzické náročnosti kurzu spíše předpokládali snížení tělesného tuku, zvýšení svalové hmoty a tělesné vody v těle. Tento předpoklad se nám zcela nepotvrdil. Zvýšení množství tělesného tuku v těle si vysvětlují tím, že během kurzu hodnota energetického příjmu převýšila hodnotu energetického výdeje. Navýšení tělesného tuku mělo za následek snížení množství tělesné vody. Snížené množství svalové hmoty v těle bylo ovlivněno nárůstem tělesného tuku a poklesem tělesné vody.

Ověření hypotéz

Hypotéza H1, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně sníží hodnota tělesného tuku“ se **nepotvrdila**.

Hypotéza H2, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota svalové hmoty“ se **nepotvrdila**.

Hypotéza H3, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota tělesné vody“ se **nepotvrdila**.

Hypotéza H4, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota maximálního výkonu“ se **potvrdila**.

Hypotéza H5, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota průměrného výkonu“ se **nepotvrdila**.

Hypotéza H6, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota maximálního 5 sekundového výkonu“ se **potvrdila**.

Hypotéza H7, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota indexu únavy“ se **potvrdila**.

Hypotéza H8, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota $VO_2\max$ “ se **potvrdila**.

Hypotéza H9, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota tepového kyslíku“ se **potvrdila**.

Hypotéza H10, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota minutového respiračního objemu“ se **potvrdila**.

Hypotéza H11, která zněla: „U studentů se vlivem absolvování týdenního lyžařského kurzu ve Francii v nadmořské výšce 1860–3330 m n. m. významně zvýší hodnota usilovné vitální kapacity“ se **potvrdila**.

Referenční seznam literatury

- Bahenský, P. (2016). *Vliv změn tréninkového zatížení na motorickou výkonnost mladých vytrvalců*. Praha: Univerzita Karlova.
- Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
- Bernaciková, M., Kapounková, K., Novotný, J., Sýkorová, E., Bernacik, S., Hřebíčková, S., ... Chovancová, J. (2011). *Fyziologie sportovních disciplín*. Brno: Masarykova univerzita.
- Bert, P. (1878). *La pression barométrique: recherches de physiologie experimentace*. Paris: Masson.
- Bolek, E., Ilavský, J., & Soumar, L. (2008). *Běh na lyžích: trénujeme s Kateřinou Neumannovou*. Praha: Grada Publishing.
- Buzek, M. (2007). *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence*. Praha: Olympia.
- Fibinger, I., & Novák, J. (1986). *Hypoxie jako tréninkový prostředek ve sportovní přípravě*. Praha: Olympia.
- Havlíčková, L. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II: Speciální část – 1. díl*. Praha: Univerzita Karlova.
- Heller, J. (1996). *Fyziologie tělesné zátěže II: speciální část – 3. díl*. Praha: Karolinum.
- Heller, J., & Pavliš, Z. (1998). *Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji*. Pardubice: Hokej-press.
- Heller, J., & Vodička, P. (2011). *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál.
- Choutka, M., & Urbánek, J. (1967). *Zásady předolympijské přípravy československých sportovců na olympijské hry v Mexiku*. Teor. praxe. těl. vých. 15, 1967, 552-554
- Jokl, E. (1968). *Medicine and Sport: Exercise and altitude*. Basel: S.K. Karger AG.
- Kučera, M., & Dylevský, I. (1999). *Sportovní medicína*. Praha: Grada Publishing.
- Novotný, J. (2013). *Zátěžové testy ve sportovní medicíně*. Brno: Masarykova univerzita.
- Reeves, J.T., Wolfel, E.E., Green, H.J., Mazzeo, R.S., Young, A.J., Sutton, J.R., & Brooks, G.A. (1992). *Oxygen transport dutiny exercise at high altitude and the lactate paradox*. In Exercise and sport science reviews
- Rieder, M., & Fiala, M. (2006). *Lyžování – kondiční příprava*. Praha: Grada Publishing.
- Sherry, E., & Wilson, S. F. (1998). *Oxford handbook of sports medicine*. Oxford: Oxford University Press.
- Suchý, J., & Dovalil, J. (2005). *Adaptace a problematika tréninku v hypoxickém prostředí*. Bratislava.
- Suchý, J., Dovalil, J., & Perič, T. (2009). *Současné trendy tréninku ve vyšší nadmořské výšce*. Praha: Česká kinantropologie.
- Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: Pedagogická fakulta v Českých Budějovicích.
- Turnbull, J. R., Kilding, A. E., & Keogh, J. (2009). *Physiology of alpine skiing*. Auckland: AUT University.

Internetové zdroje

- Casri (2018). *Spiroergometrie*. [online]. Přístup dne 21.02.2018, z <http://casri.cz/web/index.php/sluzby/82-4-spiroergometrie>
- Compek (2010). *Cortex Metacontrol 3000*. [online]. Přístup dne 20.12.2017, z <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.htm>
- Cortex (2018). *Metalyzer 3B*. [online]. Přístup dne 01.02.2018, z <http://cortex-medical.de/EN/METALYZER-3B-en.htm>
- Compek (2018). *Speciální ergometr LODE Excalibur Sport*. [online]. Přístup dne 07.02.2018, z <http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.htm>
- Compek medical services. (2014). *Vybavení funkčních laboratoří*. [online]. Přístup dne 14.02.2018, z http://www.compek.cz/pool/vzor/upload/pdf/Katalog_Vybaveni_funkcnich_laboratori_2014_web.pdf
- Fitham (2018). *Tanita BC-418 MA*. [online]. Přístup dne 21.12.2017, z <https://www.fitham.cz/tanita-bc-418-ma>
- Huptych, M. (2011). *Funkční vyšetření plic*. [online]. Přístup dne 21.12.2017, z http://bio.felk.cvut.cz/~huptycm/Vyuka/X33BMI_prednasky/X33BMI_Spirometrie.pdf
- Ilavský, J., & Suk, A. (2005). *Abeceda běhu na lyžích*. [online]. Přístup dne 21.12.2017, z <http://www.czech-ski.com/userfiles/dokumenty/109/abeceda-behu-na-lyzich-2005-1-.pdf>
- Lode (2017). *Excalibur sport*. [online]. Přístup dne 21.12.2017, z <https://www.lode.nl/en/product/excalibur-sport/3>
- Mawson, J. T., Braun, B., Rock, P. B., Moore, L. G., Mazzeo, R.S., & Butterfield, G. E. (2000). *Women at altitude: energy requirement at 4,300 m*. [online]. Přístup dne 20.01.2018, z <https://www.physiology.org/doi/pdf/10.1152/jappl.2000.88.1.272>
- Národní športovné centrum (2005). *Adaptace a problematika tréninku v hypoxickém prostředí*. [online]. Přístup dne 04.12.2017, z <http://www.sportcenter.sk/stranka/adaptace-a-problematika-treninku-v-hypoxickem-prostredii>
- Nemocnice Podlesí (2018). *Spirometrie (funkční vyšetření plic)*. [online]. Přístup dne 04.12.2017, z <https://nemocnicepodlesi.agel.cz/pracoviste/ambulance/nzp/spirometrie.html>
- Polar (2018). *Hrudní pás POLAR H7 Bluetooth černý*. [online]. Přístup dne 04.12.2017, z <https://www.polar-eshop.cz/hrudni-pas-polar-h7-bluetooth-cerny>
- SP Sport (2017). *Hypoxický stan*. [online]. Přístup dne 04.12.2017, z <http://www.spsport.cz/hypoxico/hypoxicky-stan/>
- Tanita (2018). *Optimální složení těla*. [online]. Přístup dne 04.03.2018, z <https://www.tanita-eshop.cz/optimalni-slozeni-tela>
- Taussig, J. (2010). *VO₂max – měřítko naší kondice*. [online]. Přístup dne 18.02.2018, z <http://www.sportvital.cz/sport/vytrvalostni-trenink>
- Vojtěchovský, O. (2017). *Kolik tělesného tuku bychom měli mít*. [online]. Přístup dne 10.03.2018, z <http://www.sportvital.cz/sport/kolik-telesneho-tuku-bychom-meli-mit>
- Vojtěchovský, O. (2010). *VO₂max – měřítko naší kondice*. [online]. Přístup dne 18.02.2018, z <http://www.sportvital.cz/sport/trenink/vo2-max-meritko-nasi-kondice/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Příklad kyslíkového stanu</i> (SP Sport, 2017)	20
Obrázek 2: <i>Alpský dům Vuokatti</i> (Národní športovné centrum, 2005)	22
Obrázek 3: <i>Tanita BC 418 MA</i>	43
Obrázek 4: <i>Cortex MetaControl 3000</i>	44
Obrázek 5: <i>Ergometr LODE Excalibur Sport</i>	45
Obrázek 6: <i>Hrudní pás Polar H7</i>	46
Obrázek 7: <i>Spiroergometrická maska</i>	46
Obrázek 8: <i>Cortex MetaLyzer 3B</i> (Cortex, 2018)	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>Doporučené procentuální zastoupení tělesného tuku v těle (Vojtěchovský, 2017)</i>	24
Tabulka 2: <i>Obsah tělesné vody v těle (Tanita, 2018)</i>	25
Tabulka 3: <i>Nejvyšší naměřené a publikovatelné hodnoty relativního VO₂max v dané sportovní disciplíně (upraveno dle Vojtěchovský, 2010)</i>	32
Tabulka 4: <i>Popis zkoumaných probandů – muži</i>	39
Tabulka 5: <i>Popis zkoumaných probandů – ženy</i>	39
Tabulka 6: <i>Hodinová dotace pohybové aktivity</i>	50

Seznam grafů

Graf 1: Množství tělesného tuku muži	54
Graf 2: Množství tělesného tuku muži	55
Graf 3: Množství tělesného tuku ženy	56
Graf 4: Množství tělesného tuku ženy	57
Graf 5: Množství svalové hmoty muži	58
Graf 6: Množství svalové hmoty muži	59
Graf 7: Množství svalové hmoty ženy	60
Graf 8: Množství svalové hmoty ženy	61
Graf 9: Množství tělesné vody muži	62
Graf 10: Množství tělesné vody muži	63
Graf 11: Množství tělesné vody ženy	64
Graf 12: Množství tělesné vody ženy	65
Graf 13: Maximální výkon.kg ⁻¹ muži	66
Graf 14: Maximální výkon.kg ⁻¹ muži	67
Graf 15: Maximální výkon.kg ⁻¹ ženy.....	68
Graf 16: Maximální výkon.kg ⁻¹ ženy.....	69
Graf 17: Průměrný výkon.kg ⁻¹ muži.....	70
Graf 18: Průměrný výkon.kg ⁻¹ muži.....	71
Graf 19: Průměrný výkon.kg ⁻¹ ženy	72
Graf 20: Průměrný výkon.kg ⁻¹ ženy	73
Graf 21: Maximální 5 sekundový výkon.kg ⁻¹ muži	74
Graf 22: Maximální 5 sekundový výkon.kg ⁻¹ muži	75
Graf 23: Maximální 5 sekundový výkon.kg ⁻¹ ženy.....	76
Graf 24: Maximální 5 sekundový výkon.kg ⁻¹ ženy.....	77
Graf 25: Index únavy muži	78
Graf 26: Index únavy muži	79
Graf 27: Index únavy ženy.....	80
Graf 28: Index únavy ženy.....	81
Graf 29: VO ₂ max.kg ⁻¹ muži.....	82
Graf 30: VO ₂ max.kg ⁻¹ muži.....	83
Graf 31: VO ₂ max.kg ⁻¹ ženy	84
Graf 32: VO ₂ max.kg ⁻¹ ženy	85
Graf 33: Tepový kyslík muži.....	86
Graf 34: Tepový kyslík muži.....	87
Graf 35: Tepový kyslík ženy	88
Graf 36: Tepový kyslík ženy	89
Graf 37: Minutový respirační objem muži.....	90
Graf 38: Minutový respirační objem muži.....	91
Graf 39: Minutový respirační objem ženy	92
Graf 40: Minutový respirační objem ženy	93
Graf 41: Usilovná vitální kapacita muži	94
Graf 42: Usilovná vitální kapacita muži	95
Graf 43: Usilovná vitální kapacita ženy.....	96
Graf 44: Usilovná vitální kapacita ženy.....	97