



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

**Komparace vybraných kondičních předpokladů u týmů
různých sportovních odvětví
(bakalářská práce)**

Autor práce: Petr Míšek

Vedoucí práce: Mgr. Petr Bahenský

Studijní obor: Tělesná výchova a sport (jednooborové)

České Budějovice, 2016



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

UNIVERSITY OF SOUTH BOHEMIA

PEDAGOGICAL FACULTY

DEPARTMENT OF SPORTS STUDIES

**Comparison of selected fitness predispositions for teams
various kinds of sports**

(graduation theses)

Author: Petr Míšek

Supervisor: Mgr. Petr Bahenský

Field of study: Physical education and sport

České Budějovice, 2016

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Komparace vybraných kondičních předpokladů u týmů různých sportovních odvětví.

Jméno a příjmení autora: Petr Míšek

Studijní obor: Tělesná výchova a sport - BTV

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Petr Bahenský

Rok obhajoby bakalářské práce: 2016

Abstrakt: Práce se zabývá komparací kondičních předpokladů a tělesného složení u týmů různých sportovních odvětví. Cílem práce bylo zjistit rozdíl kondičních předpokladů a tělesného složení mezi hokejisty, cyklisty a atlety srovnatelné výkonnostní úrovně z Jihočeského kraje ve věku 15-18 let. Jako hlavní testy jsme použili spiroergometrické vyšetření VO₂max, Wingate test na bicyklovém ergometru a analýzu tělesného složení na bioimpedačním přístroji Tanita BC 418 MA. V teoretické části se zabýváme transportním mechanismem organismu a faktory, které ovlivňují výkon v daných sportovních odvětvích. V praktické části charakterizujeme testované soubory, použité testovací přístroje a postup výzkumu. Dále se věnujeme rozboru naměřených hodnot, které vzájemně porovnáme. K naměření veškerých hodnot jsme použili zátěžovou laboratoř Jihočeské univerzity na Katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích. Mezi jednotlivými týmy jsou drobné rozdíly v každém ze tří testovaných aspektů, které charakterizují jednotlivé sporty.

Klíčová slova: VO₂max, Wingate test, tělesné složení, spiroergometrie, porovnání

Bibliographical identification

Title of the graduation thesis: Comparison of selected fitness predispositions for teams various kinds of sports

Author's first name and surname: Petr Míšek

Field of study: Physical education and sport

Department: Department of Sports studies

Supervisor: Mgr. Petr Bahenský

The year of presentation: 2016

Abstract: The thesis deals with the comparison of the fitness predispositions and body composition in various kinds of sports teams. The aim of the thesis was to determine the differences between the fitness predispositions and body composition among ice-hockey players, cyclists and track-and-field athletes with comparable levels of performance from South Bohemia aged 15-18. As the main tests we used spiroergometric VO₂max tests, the Wingate test on a bicycle ergometer and the analysis of body composition on the Tanita BC 418 MA device. The theoretical part of the thesis deals with the transport mechanism of the organism and the factors that affect performance in those given sports. The practical part describes the tested teams, the used testing devices and the research process. Next, we analyze the obtained values and compare them against each other. All values were obtained using the load-test laboratory at the University of South Bohemia in the Department of Physical Education and Sport in České Budějovice. There are slight differences between the individual teams in each of the three tested aspects that are characteristic for the given sports.

Key words: VO₂max, Wingate test, body composition, spirometry, comparison

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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.

Podpis studenta

Datum.....

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, panu Mgr. Petru Bahenskému, za vedení a odborné konzultace. Dále děkuji, trenérům a sportovcům, kteří se dostavili na měření a věnovali mi svůj čas. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat celému kolektivu Katedry tělesné výchovy a sportu za rozvoj mých znalostí, dovedností.

Obsah:

OBSAH:.....	15
1 ÚVOD.....	9
2 PŘEHLED POZNATKŮ.....	10
2.1 Sportovní výkon v jednotlivých disciplínách.....	10
2.1.1 Lední hokej.....	10
2.1.2 Horská cyklistika.....	11
2.1.3 Běhy na střední a dlouhé tratě.....	11
2.2 Faktory sportovního výkonu.....	12
2.2.1 Fyziologické funkce.....	12
2.2.1.1 Dýchací systém.....	12
2.2.1.2 Srdečně-cévní systém.....	17
2.2.1.3 Energetické krytí při výkonu.....	20
2.2.1.4 Únava.....	22
2.2.2 Somatické faktory.....	22
2.2.3 Kondiční faktory.....	24
2.2.4 Faktory techniky.....	27
2.2.5 Faktory taktiky.....	28
2.2.6 Faktory psychiky.....	28
2.2.7 Exogenní faktory.....	28
2.3 Laboratorní zátěžová diagnostika.....	30
2.3.1 Spiroergometrie.....	31
2.3.1.1 Spiroergometrické ukazatele.....	32
2.3.2 Wingate test.....	33
2.3.3 Tělesné složení.....	34
2.3.4 Použité testovací přístroje.....	35
3 CÍLE ÚKOLY HYPOTÉZY.....	38
3.1 Hypotézy:.....	38

3.2 Cíle:.....	38
3.3 Úkoly:	38
4 METODOLOGIE	39
4.1 Charakteristika testovaných souborů	39
4.1.1 T. J. Sokol České Budějovice	39
4.1.2 HC Motor České Budějovice	40
4.1.3 Bike klub Vimperk a Bike team Třeboň	40
4.2 Organizace testování	41
5 VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ	43
5.1 Spiroergometrie	43
5.2 Wingate test	49
5.3 Složení těla.....	53
6 DISKUZE	58
7 ZÁVĚR	61

1 Úvod

Lední hokej jako kolektivní sport a atletické běhy společně s cyklistikou horských kol jako individuální sporty jsou v dnešní době velmi rozšířené. Pro všechny tři disciplíny jsou kromě techniky důležité také vytrvalostní a silově rychlostní předpoklady. Zároveň je pro tyto sporty společné používání a výkon dolních končetin jako jeden z hlavních předpokladů k úspěchu. V ledním hokeji je potřebná především rychlostní a krátkodobá vytrvalost, k pohybu na ledě neodmyslitelně patří sprinty, které jsou výsledkem rychlostně silových předpokladů. Naopak u cyklistiky a běhů na střední tratě je velmi důležitá střednědobá a dlouhodobá vytrvalost, až poté rychlostně silové schopnosti sloužící převážně k úniku před soupeřem. Všechny tyto fyziologické aspekty jsme schopni změřit v laboratoři Jihočeské univerzity na Katedře tělesné výchovy a sportu v Českých Budějovicích.

To jsem se dozvěděl, když jsem byl pozván, abych se zúčastnil testování studentů jihočeské univerzity. Testování mne nadchlo, tak jsem se rozhodl rozšířit si znalosti v této oblasti a použít testování v laboratoři jako téma mé bakalářské práce. V době výběru téma mé bakalářské práce jsem měl možnost zúčastnit se měření sportovců z různých sportovních odvětví. Pro svou práci jsem si vybral sporty, které mi jsou blízké a měl jsem možnost zúčastnit se zápasů/závodů na hobby úrovni. To mi dává možnost názoru a subjektivního porovnání všech tří sportů. Tato bakalářská práce nabízí objektivní porovnání sportovců a tím i fyziologická specifika a náročnosti jednotlivých disciplín.

2 Přehled poznatků

2.1 Sportovní výkon v jednotlivých disciplínách

2.1.1 Lední hokej

Lední hokej je branková kolektivní hra, kdy proti sobě stojí dva týmy s 6 hráči na hřišti tvaru obdélníku s kulatými rohy a ledovou plochou. Hraje se 3 x 20 minut, během kterých se hráči snaží vstřelit co nejvíce kotoučů pomocí hole do branky soupeře. (Kostka, Bukač & Šafařík, 1986).

Během hry je typické střídání cyklických (bruslení) a acyklických (střelba) činností. Hra se skládá převážně z bruslení, sprintů s maximálním zrychlením, soubojů hráčů, přihrávek a střelby. Dnešní hokej klade na hráče potřeby vysoké úrovně tělesné zdatnosti, rozhodovací a reakční schopnosti, kvalitu a souhru analyzátorů. Specifické vlastnosti se odvíjí od postu hráče, úrovně a stylu hry. Hráči ledního hokeje jsou robustnější postavy, která podmiňuje dostatek síly na střelbu, sprinty a osobní souboje. Zatěžovány jsou především dolní končetiny, při střelbě se zapojuje trojhlavý sval pažní, deltový sval a svaly předloktí. (Pavliš et al., 1995).

Hokejové utkání má intervalový charakter se zatížením 40 – 50 sekund. Odpočinek na střídačce bývá obvykle v poměru 1:5, 200 – 250 sekund. Součet čistého času na ledě bývá přibližně 15 minut. Celkově hráči nabruslí okolo 4500 – 5500 metrů. Tepová frekvence v klidu, obvykle neklesá pod 120 tepů/min. Během hry se hráči pohybují okolo 75 – 90 % maximální srdeční frekvence a 70 – 80 % VO₂max. Během hry se na energetickém hrazení podílejí všechny energetické zdroje, převážně však ATP-CP systém. Produktem anaerobní činnosti je laktát, jehož hladina v krvi na konci utkání bývá okolo 8 – 14mmol/l. (Bukač, 2005; Kostka, Bukač & Šafařík, 1986).

2.1.2 Horská cyklistika

Cyklistika má řadu odvětví, nejčastěji se jedná o silniční cyklistiku, horskou cyklistiku, cyklokros a dráhovou cyklistiku. V naší práci se budeme zabývat především horskou cyklistikou (MTB), která se v současné době těší velké oblibě díky dostupnosti široké veřejnosti zúčastnit se amatérských závodů. Cyklistiku charakterizuje kontinuální typ zatížení na jízdním kole. Společným rysem cyklistických disciplín, je lokomoční cyklický pohyb prováděný střídavou prací dolních končetin. Cílem závodníků je projet trať v co nejkratším čase. Intenzita zatížení se pohybuje od střední až po submaximální. Čas potřebný ke zdolání trati bývá od 1,5 do 3 hodin, u delších maratonů i více. (Konopka, 2007).

Nejčastějším způsobem hrazení energie v MTB cyklistice bývá aerobní metabolismus, zhruba 70 % času. Při tomto metabolismu organismus čerpá ze všech tří živin tzn. sacharidů, tuků i bílkovin. Intenzivnější svalová činnost využívá anaerobního metabolismu, který spotřebovává především sacharidy. Tento systém bývá uplatňován především při snaze úniku závodníka a ve stoupání do kopce. (Hrubíšek, 2002).

Pohyb vpřed zajišťují svaly dolních končetin, které se zapojují při tlakové fázi směrem dolů extenzí v kyčelním a kolenním kloubu. Opačným směrem pracují flexory kyčelního a kolenního kloubu při zdvihu pedálů. Součástí horské cyklistiky jsou prudké změny směru, nárazy, skoky a příkré sjezdy. Při těchto pohybech svaly trupu a paží zajišťují správnou polohu jezdce na kole. Z tohoto důvodu se při přípravě horských cyklistů nesmí zapomínat ani na posílení těchto svalů. (Hrubíšek, 2002).

Havlíčková (1993) uvádí, že cyklisté mají delší končetiny při střední tělesné výšce, velký obvod hrudníku, dobře vyvinutou klenbu nohy a nízké procento tuku.

2.1.3 Běhy na střední a dlouhé tratě

Běh se řadí k přirozeným lidským pohybům, které se uplatňují nejen v atletice,

ale i v mnoha dalších sportech a lidských činnostech. Jedná se o cyklický pohyb, jehož cílem je zdolat trať v co nejkratším čase a s co nejméně vynaloženým úsilím. Zároveň by pro běžce měl být zcela přirozený a probíhat automaticky. (Luža, 1995).

Běh na střední a dlouhé vzdálenosti patří k nejoblíbenějším atletickým disciplínám. Při bězích se uplatňuje především švihový způsob běhu, oproti šlapavému, který se používá především při startovním výběhu. (Vindušková et al., 2003).

K běhům na střední a dlouhé tratě řadíme běhy od 800 do 42 195 metrů. V této práci se zabýváme především běhy na střední vzdálenosti 800 m, 1500 m a 3000 metrů překážek. Výkon v těchto disciplínách určuje především úroveň speciální vytrvalosti. Tato vytrvalost je ovlivňována úrovní vytrvalostních, ale i rychlostních složek. Čím kratší trať, tím více narůstá kyslíkový dluh již v průběhu tratě. Běh na 3000 metrů překážek je jediná běžecká disciplína, která je oproti ostatním běhům ovlivněna technickou složkou běhu přes překážky. (Vacula, 1983).

2.2 Faktory sportovního výkonu

2.2.1 Fyziologické funkce

2.2.1.1 Dýchací systém

Dýchací systém je úzce propojen se srdečně-cévním systémem. Při ekonomickém sladění obou systémů pomocí centrální nervové soustavy a prodloužené míchy, dochází k výměně plynů mezi plícemi a okolním prostředím. Hlavní úloha dýchacího systému je přísun kyslíku do tkání, kde je potřebný k pohybu a funkci svalů. V důsledku spotřeby kyslíku, vzniká oxid uhličitý jako odpadní látka, které se následným vydechnutím zbavujeme. (Seliger, Vinařický & Trefný, 1983).

Trénovaní jedinci dosahují vysoké ekonomizace funkcí dýchacího systému. Z pravidla dochází ke snížení dechové frekvence z obvyklých 16 dechů/min. na 8-12

dechů/min. Speciální dechové techniky, kdy se sportovci učí převážně bráničnímu dýchání ve spojitosti s pohybem, dokážou zvýšit dechový objem z 0,5 litru na 1 litr při klidném dýchání. Zatížení dokáže dechový objem u zdatných jedinců zvýšit až na 3 a více litrů během zátěže. Tréninkem zaměřeným na vytrvalost, dochází ke zvýšení hodnot maximální spotřeby kyslíku, vitální kapacity plic, kyslíkového dluhu, anaerobního prahu a vitální kapacity plic. (Dovalil et al., 2002).

Vitální kapacita plic

Vitální kapacita plic určuje maximální množství vydechnutého vzduchu po maximálním nádechu. Je součtem dechového objemu (VC), který znázorňuje objem vzduchu po klidném nádechu. Pokud se budeme vědomě nadechovat dál, tak objem vzduchu, který vdechneme, nazýváme inspirační rezervní objem (IRV). Vzduch, který jsme schopni dovydechnout po klidném výdechu nazýváme expirační rezervní objem (ERV). Zbytek plynu, který nevydechneme a zbývá v dýchacích cestách definujeme jako reziduální objem (RV). (Bartůňková, 2010; Havlíčková et al., 1991).

Předchozí činností můžeme však vitální kapacitu plic ovlivnit. Dlouhodobé zatížení mírné intenzity, zaktivizuje dýchací svaly a tím dokáže zvýšit VC. Naopak při dlouhodobé a náročné práci může VC klesnout až na 60% své klidové hodnoty. Muži mají hodnoty VC 4,5 – 5 l, trénovaní sportovci 6 až 8 l. U žen jsou hodnoty 3 – 4 l pro netréňované a 4 – 4,5 pro zdatné. (Bartůňková, 2010; Havlíčková et al., 1991).

Minutová plicní ventilace

Minutová ventilace (VE) je výsledek počtu nádechů za 1 minutu, vynásobený objemem vdechovaného vzduchu. Je spojená s intenzitou konané práce. Krátkodobé výkony mohou v důsledku sníženého dýchání minutovou ventilaci razantně snížit. Minutová ventilace se přizpůsobuje především potřebě dopravit kyslík do organismu, ale také potřebě zbavit se oxidu uhličitého. (Havlíčková et al., 1991).

Dle Bartůňkové (2010) je množství vzduchu, který vdechneme za 1 minutu asi 8 litrů. Zvýšením intenzity může ventilace stoupnout až na 100 l/min. a u dobře trénovaných jedinců až na 150 l/min.

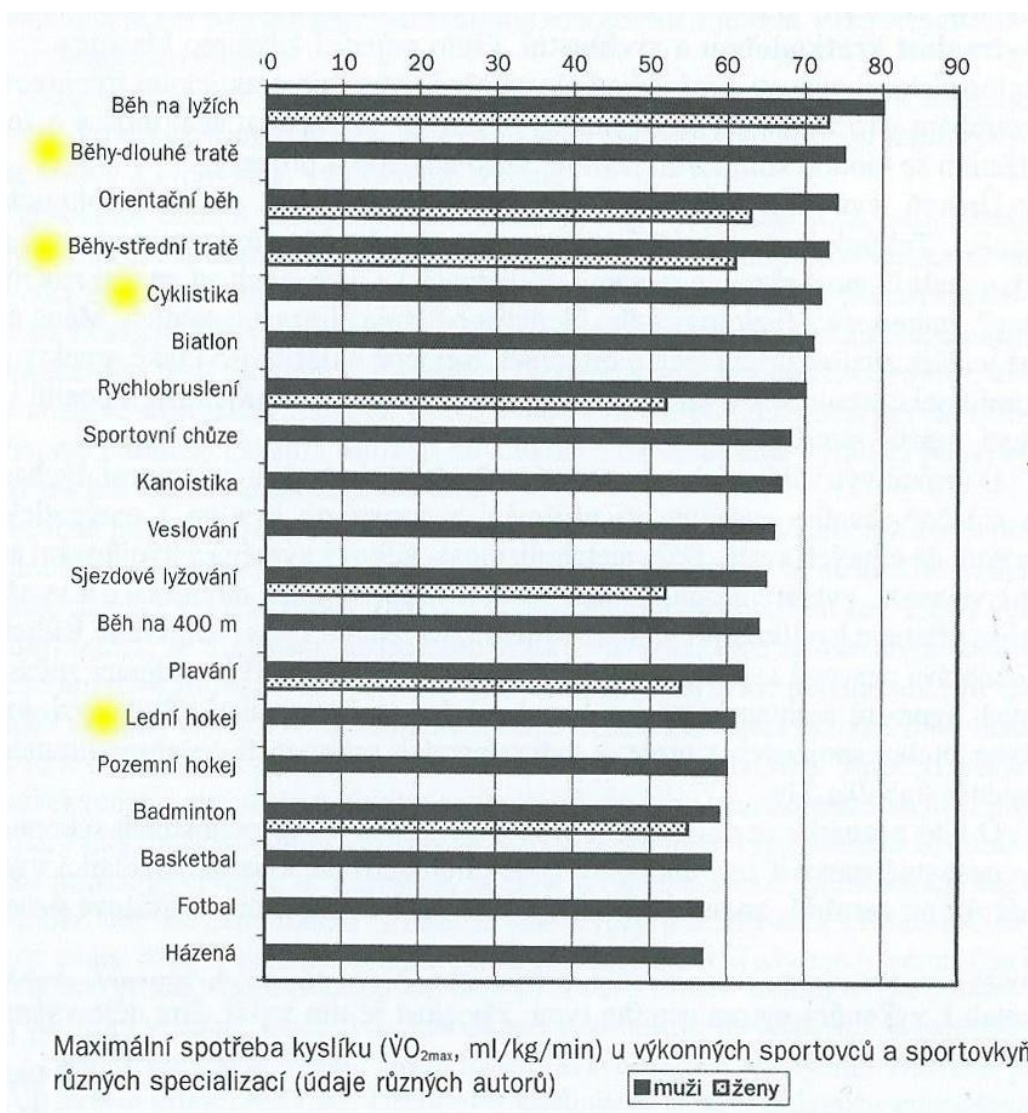
Respirační výměna

Poměr respirační výměny (RER) znázorňuje poměr mezi vyloučeným oxidem uhličitým a přijatým kyslíkem. Můžeme díky němu pozorovat, ze kterých živin čerpáme energii a kdy se přeměňuje jeden zdroj za druhý. Běžné klidové hodnoty poměru se pohybují okolo 0,80-0,85, což odpovídá směsi 40 % tuků a 60 % sacharidů. V klidu při spalování bílkovin je $RER = 0,8$, tuků = 0,7, sacharidů = 1,0. Z důvodu zakyselení organismu kyselinou mléčnou naměříme hodnoty RER i nad 1,0. To je ukazatel zvýšeného vydechování CO_2 při snaze organismu vyrovnat pH vnitřního prostředí. (Dovalil et al., 2002; Máček & Máčková, 1997).

Maximální spotřeba kyslíku

Maximální spotřeba kyslíku (VO_2max) se nejčastěji měří na běhacím páse nebo bicyklovém ergometru. Znázorňuje maximální spotřebu kyslíku, kterou je tělo schopno dodat ke tkáním a následně zpracovat. Jedná se o jeden z hlavních předpokladů k vytrvalostním sportům. Jeho hodnota je z 80% dána geneticky. Hodnota maximální spotřeby kyslíku je závislá na kardio-respiračním systému, tj. objem plic a velikost styčných ploch mezi vlásečnicemi a alveolami, velikosti srdečních síní a komor a množství červených krvinek. U netréované populace se hodnoty pohybují mezi 45 - 50 ml/min.kg. u mužů a 35 - 40 ml/min.kg. u žen. Většina trénovaných jedinců se pohybuje v rozmezí 60-80 ml/min.kg. Hodnoty VO_2max dosahují maxima ve věku 20 až 25 let. Po tomto období pomalu klesají a v 55 letech představují pouze 60 % původní hodnoty. Z důvodu většího procenta tuku a méně svalové hmoty mají ženy o 10 až 15 % menší hodnoty VO_2max . (Bartůňková et al., 2013; Dovalil et al., 2002; Máček & Máčková, 1997).

Tabulka č.1 - Maximální spotřeba kyslíku.



(Dovalil et al., 2002).

Anaerobní práh

Anaerobní práh (ANP) je zatížení, při kterém se u energetického zásobování organismu musí uplatňovat i anaerobní procesy, avšak stále se odbourává laktát, tvořený při pohybu. Hodnoty dosahující 4 mmol/l laktátu značí hranici ANP, můžeme ho také určit tepovou frekvencí. V praxi se tepová frekvence v oblasti ANP pohybuje v rozmezí 80-90% maximální tepové frekvence. Trénink na úrovni ANP má velký vliv na rozvoj vytrvalostních schopností jedince. (Bartůňková, 2010; Dovalil et al., 2002).

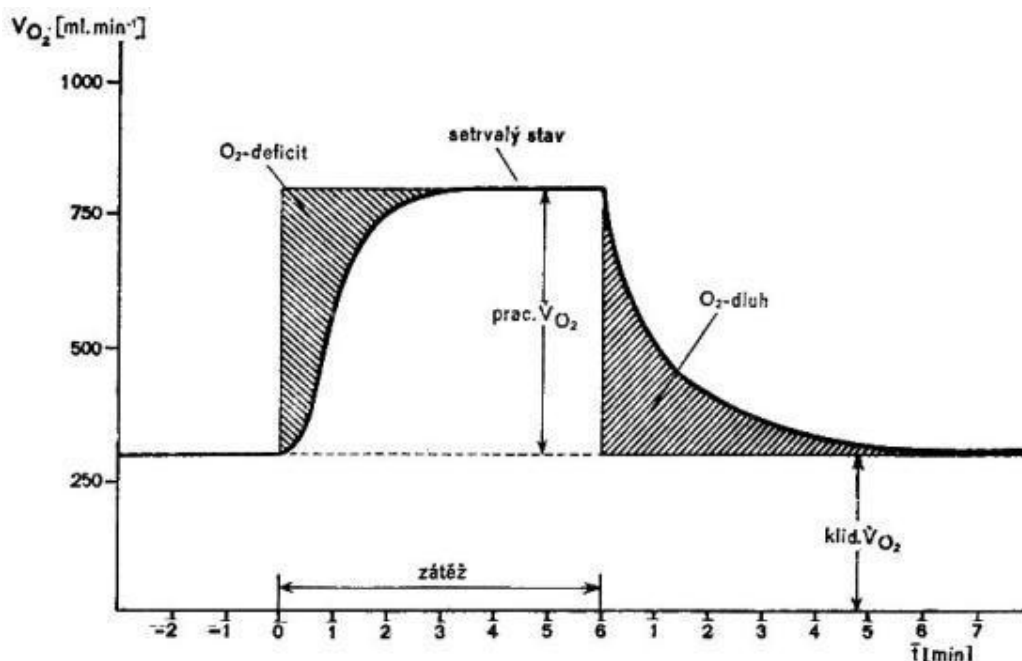
Aerobní práh

Aerobní práh (AEP) udává nejvyšší možnou intenzitu zatížení v aerobním pásmu, kdy nevzniká zvýšená tvorba laktátu. Jeho hodnoty se pohybují kolem 1-2 mmol/l. Trénink v AEP by měl být možný vykonávat 2 a více hodin. Použití takového tréninku můžeme zaznamenat u běžců trénujících na maratónský běh nebo u silničních cyklistů. Tréninkem v AEP rozvíjíme dlouhodobou vytrvalost vykonávanou 2 a více hodin, kdy se jako hlavní zdroj energie využívá tukový metabolismus, který nám poskytuje obrovské zásoby energie. (Dovalil et al., 2002; Formánek & Horčic, 2003).

Kyslíkový deficit a dluh

Kyslíkový deficit vzniká při anaerobní zátěži, kdy je poměr mezi potřebou a aktuální dodávkou kyslíku nevyrovnaný. U netrénovaných jedinců dosahuje 5-6 litrů, zdatní jedinci mohou dosahovat hodnot až 15 – 18 litrů. Po skončení zátěže dochází k vyšší tepové frekvenci, minutové plicní ventilaci i dechové frekvenci. Tuto nadspotřebu kyslíku označujeme jako kyslíkový dluh. Postupně by mělo dojít k výchozí rovnováze a obnově energetických rezerv v podobě ATP, CP a glykogenu. (Dovalil et al., 2002).

Obrázek č.1 – Kyslíkový deficit a kyslíkový dluh



Zdroj: <http://is.muni.cz/elportal/estud/fspd/js07/fyziio/texty/ch02s02.html>

2.2.1.2 Srdečně-cévní systém

Srdečně-cévní systém ve spojitosti s dýchacím systémem nazýváme kardiorespirační systém. Tyto dva systémy jsou úzce funkčně propojeny a jsou nezbytnou součástí pro správně fungující organismus. Jeho hlavní funkcí je přísun živin do pracujících svalů a zároveň odvádí zplodiny látkové přeměny. Také zajišťuje stálost vnitřního prostředí, termoregulaci, imunitu a další. Vlivem tréninku jednotlivé části kardiovaskulárního systému procházejí změnami. Změny mohou být jak reaktivní (přímá odpověď organismu na zatížení), tak adaptivní (následek dlouhodobého tréninkového zatížení). (Dovalil et al., 2002; Seliger, Vinařický & Trefný, 1983).

Krevní oběh

Krevní oběh dělíme podle rozsahu na velký a malý, podle tlaku na vysokotlaké a nízkotlaké řečiště a podle funkce na distribuční, difúzní a sběrný. Krev je neustále v pohybu a zajišťuje přívod živin do tkání, ale také odvod metabolických zplodin organismu. Pohyb krve je zajištěn nepřetržitou prací srdce. Jeho účinnost se pohybuje v rozmezí od 15 do 35 %. energii čerpá především z glukózy, kyseliny mléčné a mastných kyselin. (Bartůňková, 2010).

Srdeční frekvence

Srdeční frekvence (SF) udává počet stahů (systol) srdce za minutu. Každým stahem srdce vytlačuje krev proti tlaku v aortě a tím jí uvádí do pohybu. Tréninkem dochází ke zbytnění srdce, které zvětší svoji hmotnost a objem. Tím se zároveň zlepšuje ekonomika a výkonnost srdce. Následkem těchto změn se obvykle u sportovců, kteří provozují vytrvalostní sporty, snižuje SF z obvyklých 70 tepů/min. na 45 – 60 tepů/min. Ojediněle můžeme u vrcholových sportovců zaznamenat frekvence pod 40 tepů/min, což nazýváme jako vagotonii nebo parasimpatikotonii. U dětí bývá frekvence 75 – 100 tepů/min., k tomu přihlížíme u tréninku. S rostoucím zatížením nám také roste SF až do hodnot anaerobního prahu, zde už však srdce pracuje v rozmezí 170 – 180 tepů/min. Při takto vysoké SF již srdce nepracuje ekonomicky a nezvyšuje se systolický objem. Za optimální hodnoty se považují 120 – 130 tepů/min., kdy dochází k vysoké ekonomizaci. V tomto rozmezí se obvykle pohybuje i aerobní trénink zaměřený na snižování tukových vrstev. Maximální SF se v praxi udává jako 220-věk jedince. (Soumar, Soulek & Kučera, 2000).

Další vliv na SF mají reakce na stresový hormon adrenalin. To má za následek zvýšení SF před startem a tím přípravu na výkon. Zvýšení teploty tělesného jádra o 1°C, zvýší SF o 10 tepů/min. Pozorováním klidové SF může stanovit míru přetřénování, začínající nemoc nebo jiné problémy. Měření SF provádíme poslechem fonendoskopem nebo za použití sporttesteru či EKG. Při tréninku se často používají metody měření tepové frekvence. Nejčastěji se měří palpačně přiložením prstů k vřetení tepně na zápěstí a tepně spánkové. Často se můžeme setkat s měřením na krkavici, které se však nedoporučuje z důvodu podráždění baroreceptorů a tím snížení tepové frekvence. (Bartůňková, 2010; Soumar, Soulek & Kučera, 2000).

Variabilita SF

Variabilita srdeční frekvence je časové kolísání mezi jednotlivými stahy srdce. Na její kolísání má vliv především aktivita vegetativního nervstva (sympatiku a parasympatiku). Variabilitu SF můžeme použít jako ukazatel biologického věku, protože s přibývajícím věkem klesá, ale především jako pomocníka při tréninku. Moderní sporttestery ji dokážou změřit a tím informovat o stavu regenerace cvičence. Díky tomu je možné správně stanovit tréninkové dávky. U sportovců bývá variabilita SF větší než u nesportující populace z důvodu větší aktivity parasympatiku (následek vytrvalostního tréninku). (Soumar, Soulek & Kučera, 2000).

Krevní tlak

Krevní tlak (TK) je tlak krve naměřený ve velkých tepnách. Činností srdce je krev rozháněná cévní soustavou a při každé systole roztahuje elastické stěny cév. Rozeznáváme krevní tlak systolický (TKs) a diastolický (TKd). Měření nejčastěji probíhá auskultační metodou na levé paži. Dále se také používají metody palpační, oscilometrická a automatická. Za optimální hodnoty u dospělého jedince v klidu se považují 120/80 torrů. Nejvyšší hodnoty naměříme při submaximálním zatížení, především u silových sportů. Hodnoty mohou dosahovat až 220/100 torrů. Při dlouhodobém zatížení a vyčerpání může dojít k výraznému poklesu tlaku a zdravotním potížím. (Bartůňková, 2010; Dovalil et al., 2002).

Velikost TK závisí na:

- činnosti srdce (ovlivňuje především TKs)
- odporu cév (pružnost, průsvit, délka, ovlivňuje TKd)

- viskozitě krve (vliv: tepla, množství a tvar krvinek)
- množství cirkulující krve (ovlivňuje TKd i TKs)
- věku (s věkem se snižuje pružnost cév a tím stoupá i odpor, starší osoby mají TK 140/90 torrů)
- pohlaví (muži častěji vyšší)
- poloze těla (v leže nižší)
- emocích (při výrazných projevech emocí stoupá)
- teplotě (TKd v teple klesá a v chladu stoupá)

(Bartůňková, 2010; Dovalil et al., 2002).

Systolický objem srdeční

Systolický objem srdeční (Q_s) udává množství krve vytlačené do oběhu jednou systolou. Vlivem zatížení hodnoty stoupají z klidových 60 – 80 ml na 100 – 150 mililitrů. Toto navýšení srdečního objemu je způsobené dokonalejším vyprazdňováním při zátěži. Systolický objem je závislý na periferním odporu a v důsledku trénovanosti i na velikosti srdce. (Dovalil et al., 2002).

Minutový objem srdeční

Minutový objem srdeční (Q) udává množství krve, které srdce přečerpá za jednu minutu. Jedná se o součin tepové frekvence a systolického objemu. Z toho vyplývá, že Q stoupá přímo úměrně s tepovou frekvencí a zároveň se spotřebou kyslíku. Hodnoty Q mohou klesat v důsledku statických cvičení, nebo u osob s vysokým krevním tlakem. Klidové hodnoty Q se pohybují okolo 4 litrů za minutu. Při fyzické zátěži však mohou stoupat na 20, u vysoce trénovaných jedinců až 35 – 40 litrů za minutu. (Dovalil et al., 2002; Vinařický & Trefný, 1983).

Tepový kyslík

Tepový kyslík (VO_2/TF) je množství kyslíku, který se dostane do tkání jedním tepem. Vypočítává se ze spotřeby kyslíku a tepové frekvence. Hodnota VO_2/TF je důležitým ukazatelem transportní kapacity oběhového systému. Z pravidla se hodnoty v klidu pohybují okolo 5 ml kyslíku, při submaximálním zatížení stoupají na 15 ml u netrénovaných a na 30 ml u vytrvalostních sportovců. (Bartůňková, 2010).

Hematokrit

Hematokrit udává množství objemu zastoupení krevní plazmy a červených krvinek v krvi. Obvyklé hodnoty objemu červených krvinek u mužů jsou 44 % a u žen 39 %. Vliv na zvýšení objemu červených krvinek má především trénink ve vysokých nadmořských výškách. Nepřímo úměrně s výškou klesá množství kyslíku ve vzduchu. Tréninku nebo životu vysoko na náhorních plošinách se tělo adaptuje zvýšením počtu červených krvinek. Vliv na hladinu hematokritu má také zavodnění, při nadměrné hydrataci se krev zředí, naopak při dehydrataci dochází k zahuštění krve. Hodnoty hematokritu nad 50% se považují za doping. (Bartůňková, 2010; Seliger, Vinařický & Trefný, 1983).

Hemoglobin

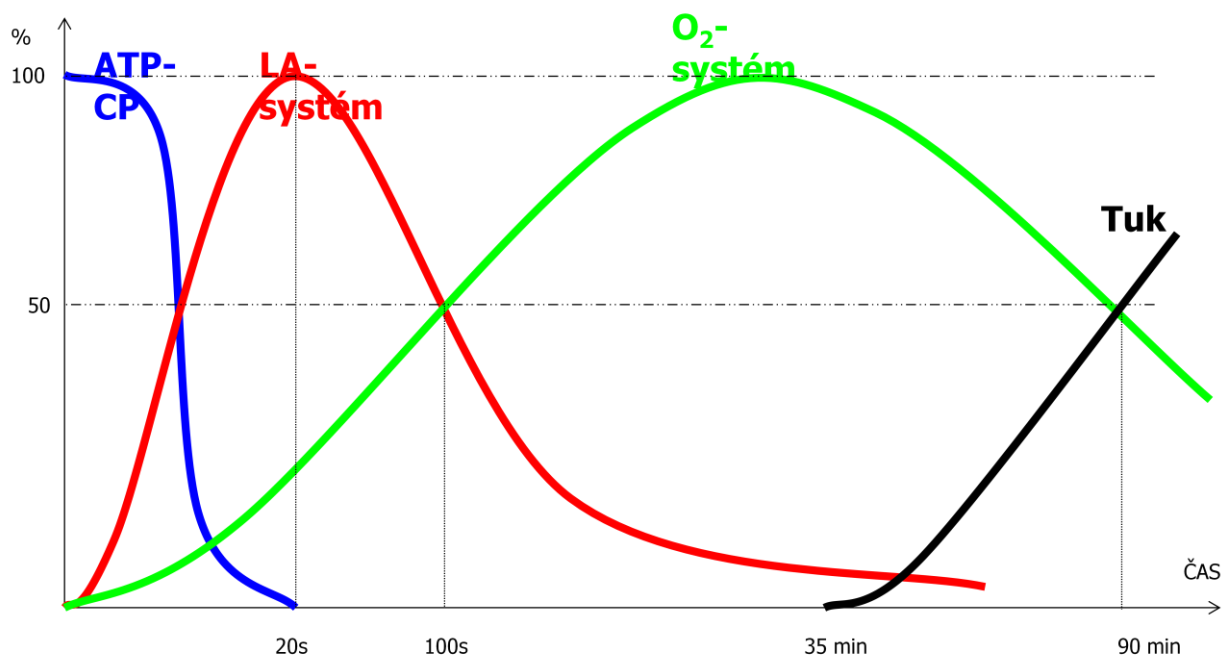
Hemoglobin je metaloprotein a červené krevní barvivo obsažené v erytrocytech, které je schopné vázat kyslík a tím ho dopravit do míst, kde je potřebný. Obvyklé množství hemoglobinu u muže je 160 g.l^{-1} a u ženy 140 g.l^{-1} . Jeden gram hemoglobinu na sebe váže 1,34 ml O_2 . Po odevzdání kyslíku na sebe naváže oxid uhličitý, který naopak odvádí ze svalů. (Bartůňková, 2010).

2.2.1.3 Energetické krytí při výkonu

K podání výkonu potřebujeme činnost svalů, ta je možná za přísunu energie. Zásobení svalů energií probíhá třemi rozdílnými, přitom ale vzájemně závislými systémy. (Dovalil et al., 2002).

Jako první se zapojuje Alaktátový anaerobní systém jindy označovaný jako ATP-CP systém (obr.2). Jedná se o anaerobní způsob získávání energie z makroergních fosfátů, zejména kreatinfosfátu (CP) a adenosintrifosfátu (ATP). Rezervy vystačí na 10 – 20 s práce maximálního úsilí. Aktivace systému je velmi rychlá a je podmíněna zastoupením FG vláken ve svalech. (Bukač & Dovalil, 1990).

Obrázek č.2 – Systémy energetického krytí



Zdroj: <http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-18/05.html>

Při dalším trvání zátěže se současně zapojuje anaerobní Laktátový systém, nazývaný také jako glykolytická fosforylace. Jedná se o rychlý zdroj energie především pro bílá svalová vlákna, získaný štěpením svalového glykogenu. Jako vedlejší produkt vzniká laktát (kyselina mléčná), který se ihned difunduje do krve a následně je resyntenizován v játrech na glukózu nebo spalován ve svalech. Jeho utilizace oproti vzniku probíhá pomaleji, a proto se akumuluje ve svalech, čímž způsobuje okyselení vnitřního prostředí. Oproti předešlému systému je intenzita činnosti menší, zato lze provádět po dobu 1 – 2 min. (Dovalil, 2002; Máček & Máčková, 1997).

Jako poslední se při souvislé činnosti trávající déle než 2 min. zapojuje aerobní O₂ systém, známý také jako oxidativní fosforylace. Tento systém funguje za přítomnosti kyslíku, kdy dochází ke štěpení cukrů, tuků a bílkovin. Konečnými produkty, které tělo následně bez problémů vyloučí, jsou oxid uhličitý (CO₂) a voda. Jako hlavní energetické zdroje uplatňuje glykogen 44 % a triacylglyceroly 32 % ze svalů. Dále glukóza obsažená v krvi 13 %, mastné kyseliny z tukové tkáně 11 % a při extrémně dlouhých výkonech i bílkoviny. Kyslíkový systém je velmi ekonomický a může poskytovat velké množství energie po dobu několika hodin v případě mírné až střední intenzity. (Bartůňková, 2010).

Žádný z uvedených systémů nemůže pracovat samostatně, avšak se vzájemně doplňují v závislosti na intenzitě pohybové činnosti (Tab.2). (Bukač & Dovalil, 1990).

Tabulka č.2 – Podíl energetických systémů (%) na sportovní činnosti, po uvedenou dobu co možná nejvyšší intenzity.

Doba činnosti	ATP-CP	LA	O ₂
5 s	85	10	5
10 s	50	35	15
30 s	15	65	20
1 min.	8	62	30
2 min.	4	46	50
4 min.	2	28	70
10 min.	1	9	90
30 min.	1	5	95
1 hod.	1	2	98
2 hod.	1	1	99

(Bukač & Dovalil, 1990).

2.2.1.4 Únava

Následkem soutěžní a tréninkové činnosti se únava projevuje celkovým snížením výkonnosti. Únavu rozlišujeme na tělesnou a duševní, místní a celkovou. Příčinou bývá pokles vody, elektrolytů a nebo energetických rezerv. Častým důvodem pro přerušení aktivity také bývá zvýšená koncentrace laktátu. To má za následek fyzikálně-chemické změny v organismu, které narušují homeostázu. (Dovalil et al., 2002).

2.2.2 Somatické faktory

Somatické faktory jsou geneticky podmíněné a relativně stále činitele, které hrají ve sportu významnou roli. Podpurný systém složený z kostry, svalstva, šlach a vazů vytváří biomechanické podmínky pro konkrétní sportovní činnost. (Dovalil et al., 2002).

Hlavní somatické faktory:

- Tělesná hmotnost a výška
- Délkové poměry a rozměry
- Tělesný typ
- Složení těla (Dovalil et al., 2002).

Podle Sheldona (1954) rozdělujeme tři základní tělesné typy:

- Mezomorf (svalový typ)
- Endomorf (převaha podkožního tuku)
- Ektomorf (štíhlý typ)

Typy svalových vláken

Svaly se skládají ze tří typologicky odlišných vláken. Zastoupení každého typu vláken je dáno do jisté míry geneticky, přesto se dá částečně ovlivnit tréninkem. (Tvrzník, Soumar & Soulek, 2004).

1) Bílá glykolytická (rychlá)

Bílá vlákna obsahují méně myoglobinu a jsou rychle unavitelná. Vyznačují se rychlou reakcí na podněty a podílejí se na výkonech maximální intenzity. (Tvrzník, Soumar & Soulek, 2004).

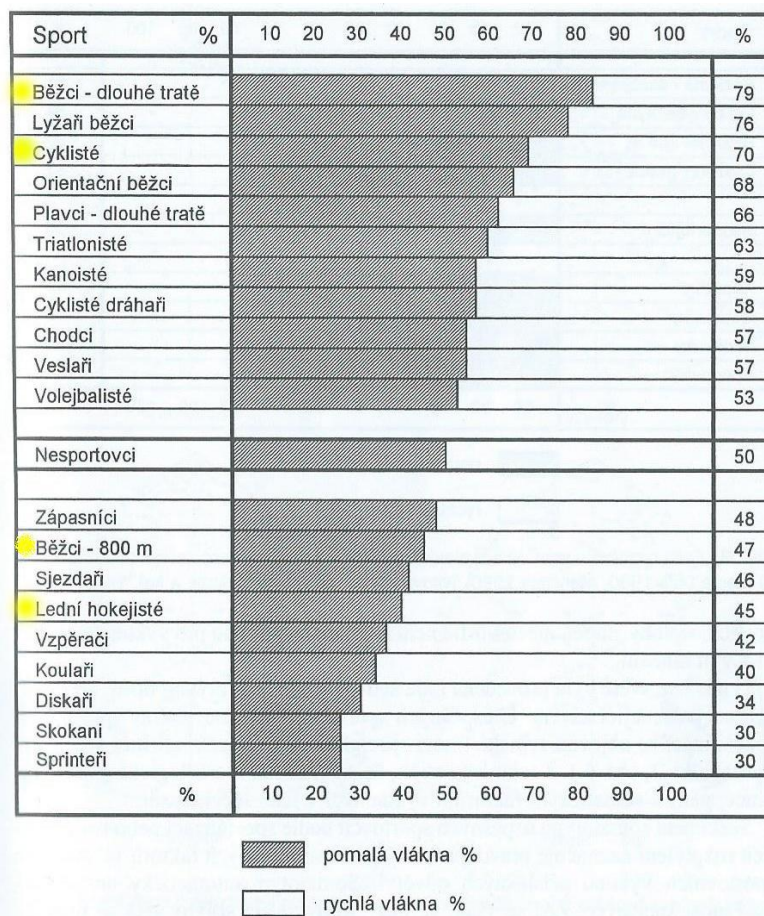
2) Červená oxidativní (pomalá)

Tato vlákna lépe vážou kyslík v důsledku obsahu více aerobních enzymů a myoglobinu. Pomaleji reagují na podněty, oproti tomu jsou pomalu unavitelná. Jsou obsažena především v posturálních svalech a u vytrvalostních sportovců. (Tvrzník, Soumar & Soulek, 2004).

3) Přechodná vlákna

Jsou ve srovnání s červenými vlákny rychleji unavitelná, ale rychleji reagují na podněty. Vlastnosti přibližující přechodná vlákna spíše k prvnímu nebo druhému typu se dají ovlivňovat tréninkem. (Tvrzník, Soumar & Soulek, 2004).

Tabulka č.3 - Podíl rychlých a pomalých vláken,



(Dovalil et al., 2002).

2.2.3 Kondiční faktory

Za kondiční faktory se považují pohybové schopnosti, jako je síla, rychlost a vytrvalost. (Dovalil et al., 2002).

Silové schopnosti

Perič & Dovalil (2010) rozlišují sílu výbušnou, rychlou a vytrvalostní. Sílu definuje jako pohybovou schopnost, která umožňuje udržet, brzdit nebo překonat určitý odpor.

Měkota & Novosad (2005) definují rozličné druhy silových schopností, které dělíme podle typu svalové kontrakce a typu vnějšího projevu.

Tabulka č.4 - Klasifikace silových schopností

Druh silové schopnosti	Velikost odporu	Rychlost pohybu	Trvání pohybu
Absolutní	Maximální	Malá	Krátce
Rychlá (výbušná)	Nemaximální	Maximální	Krátce
Vytrvalostní	Nemaximální	Nemaximální	dlouho

(Dovalil et al., 2002).

Statická síla

Znázorňuje izometrickou kontrakci. U cyklistů se projevuje jako statické držení těla na kole při sjezdu z kopce, u hráčů ledního hokeje jako postoj brankaře v bráně. (Měkota & Novosad 2005).

Dynamická síla

Projevuje se zkrácením svalu při téměř stejném napětí. Dále dynamickou sílu dělíme podle působení velikosti odporu a podle rychlosti. (Měkota & Novosad 2005).

- Na výbušnou (explozivní): jako schopnost maximálního zrychlení při nemaximálním odporu
- Absolutní (maximální): jako schopnost překonávání maximálního odporu nízkou rychlostí
- Na vytrvalostní sílu: jako překonávání nemaximálního odporu po dlouhou dobu s minimálními přestávkami. (Měkota & Novosad 2005).

Rychlostní schopnosti

Dovalil (2002) definuje rychlostní schopnosti jako vysokou až maximální rychlost pohybu. Jedná se o krátkodobou činnost do 20 sekund, která je konaná maximálním úsilím a intenzitou. Hrazení energie probíhá ATP-CP systémem. Ovlivnit rychlostní

schopnosti je možné pouze do určité míry tréninkem, protože je podmíněna až z 80 % geneticky.

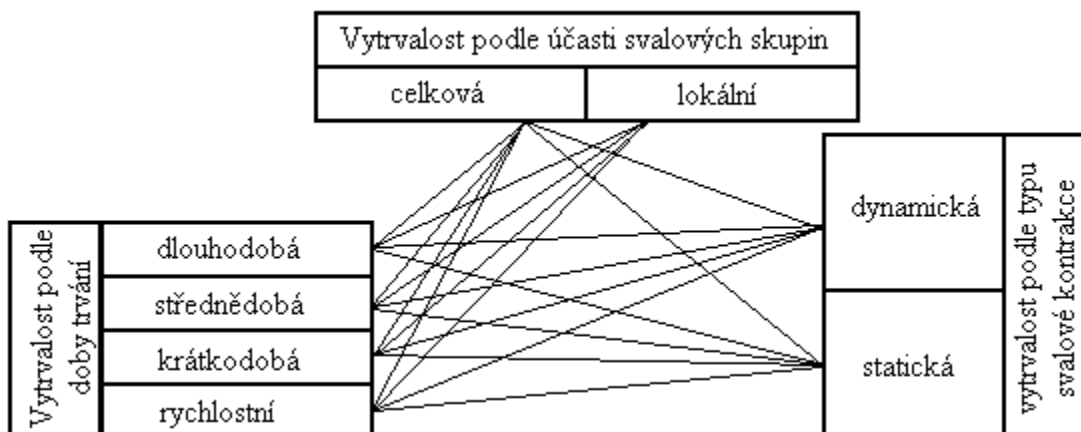
Dovalil (2002) rozděluje rychlostní schopnosti na čtyři typy:

- Rychlost reakční: jako reakce na podmět a zahájení pohybu.
- Rychlost cyklická: jako opakující se pohyby vysokou frekvencí.
- Rychlost acyklickou: pohyb prováděný nejvyšší rychlostí jednotlivých pohybů.
- Rychlost komplexní: danou složením cyklických a acyklických pohybů.

Vytrvalostní schopnosti

Vytrvalostní schopnosti představují schopnost dlouhodobě snášet vytrvalostní zátěž nižší intenzity. Vytrvalostní schopnosti jsou geneticky podmíněné z 60 – 80 %, proto jsou snáze trénovatelné oproti rychlostním schopnostem. Fyziologicky je vytrvalost podmíněna aerobní kapacitou. Výrazný vliv na vytrvalostní výkon má vytrvalostní složka ovlivněná morálně volnými vlastnostmi a motivací. (Lehnert, et al., 2010).

Obrázek č.3 - Členění vytrvalostních schopností.



(Choutka, 1991).

Dovalil et al., (2002) dále rozdělují vytrvalostní schopnosti podle podílu ostatních schopností na obecnou vytrvalost (aerobní kapacita a výkon) a speciální vytrvalost (herní, běžecká atd.).

Koordinační schopnosti

Koordinační schopnosti se dají charakterizovat jako schopnost přizpůsobení podmínkám a učení se novým pohybům. Koordinace vychází z CNS a propojuje dohromady všechny schopnosti. (Perič & Dovalil, 2010).

Měkota & Novosad (2005) rozdělují koordinační schopnosti na:

- Rovnováhové schopnosti: vyjadřuje udržení těla v rovnováze.
- Rytmická schopnost: se uplatňuje ve sportech, kde se pohyb přizpůsobuje určitým rytmům.
- Orientace v prostoru: slouží k vnímání vlastního těla v prostoru.
- Sdružování pohybů: vyjadřuje spojení jednodušších pohybů do pohybově náročných celků.
- Diferenciace pohybů: schopnost co nejpřesněji a nejekonomičtěji provádět pohyb.
- Schopnost přestavby pohybů: přizpůsobení pohybů aktuálně měnícím se podmínkám
- Reakce: schopnost sportovce okamžitě reagovat na novou situaci.

Pohyblivost

Představuje schopnost maximálního využití kloubního rozsahu. Pohyblivost je ovlivněna z anatomického hlediska tvarem kloubů, pružností vaziva a stavem chrupavky. Dále závisí na síle svalů a ostatních vlivech jako je věk, rozcvičení a venkovní teplota. (Pavliš 1995).

2.2.4 Faktory techniky

Technika představuje efektivní způsob provedení pohybového úkolu. Rozeznáváme dva druhy techniky: vnější jako sled pohybů sdružených v pohybové

činnosti zaměřené ke splnění cíle a vnitřní jako neurofyziologické základy sportovní činnosti. Během tréninku rozeznáváme tři fáze techniky. 1)Diferenciace jako jednotlivé dovednosti, které se sdružují v celky. 2)Integrace slouží ke sjednocení jednotlivých částí výkonu, jako jsou faktory výkonu kondiční, taktické, psychické atd. 3)Stabilizace techniky znamená dosažení dokonalosti pohybu a odolnost proti rušivým vlivům prostředí. (Dovalil et al., 2002).

2.2.5 Faktory taktiky

Taktika představuje způsob dosažení cíle v souladu s pravidly. Jedná se o výběr optimálního řešení úkolů pomocí techniky. Ve sportech jako jsou sprinty nebo gymnastika se taktické chování moc neuplatňuje. Naopak ve vytrvalostních sportech, jako jsou běhy na dlouhé tratě a cyklistika se taktika využívá v podobě rozložení sil a volby optimálního tempa. Také v ledním hokeji bereme taktiku jako nesmírně důležitý faktor, především nasazení hráčů, použité herní systémy a kombinace. (Dovalil et al., 2002).

2.2.6 Faktory psychiky

Faktory psychiky se oproti ostatním faktorům nezabývají tělem, ale mentální stránkou daného jedince. Jedná se především o emoce, motivaci a zvládání únavy. Spojením mentální a tělesné složky získáme osobnost, která působí na okolí souborem určitých vlastností: motivace, temperament, schopnosti, charakter a hodnoty. Psychologická náročnost se liší sport od sportu, nenalezneme však sport, kde by psychika nebyla součástí výkonu. (Dovalil et al., 2002; Perič, 2004).

2.2.7 Exogenní faktory

Výživa

Strava před sportovní činností je velmi důležitý faktor, který může sportovní výkon zlepšit, a nebo zhoršit. Jídelníček před závodem či soutěží nelze správně určit, protože je to

velmi individuální záležitost závislá na fyziologických a psychologických faktorech daného jedince. Aspekty jako rodinné zvyklosti nebo národnostní původ předurčují stravu, na kterou je sportovec zvyklý a tím pádem ji lépe přijímá i zpracovává. Sportovní výživa je součástí každého tréninku. Sportovec před i při tréninku může experimentovat a postupně si nalézt vhodné načasování i typ stravy. Tím se dá velmi zvýšit výkon a především prodloužit dobu vytrvalostní činnosti. Pokud se zvolí špatné načasování stravy nebo samotná strava, mohou nastat potíže. Většinou se jedná o velmi nepříjemné pocity, které neumožní maximální výkon. Nejčastěji se s problémy trávicí soustavy můžeme setkat u běžců. Při běhu je tělo vystaveno opakujícím se vertikálním pohybům s nárazy, které mohou potravu v traktu nepříjemně rozhýbat. (Maughan & Burke, 2006).

Pitný režim

Pitný režim bývá označován jako jeden ze základů sportovního výkonu a následné regenerace. Lidské tělo je tvořeno ze 70 % vodou, která je důležitá pro transport kyslíku, látkovou výměnu a iontovou rovnováhu. Během zátěže dochází k termoregulaci pocením a tím i k ztrátě velkého množství tekutin. To má za následek narušení homeostázy a snížení výkonu. Již při ztrátě 2 % vody dochází k zvýšení tělesné teploty a snížení výkonu organismu. Při 6% přichází bolesti hlavy, závratě a celkové vyčerpání. Trénovaní jedinci však snášejí dehydrataci lépe, jsou schopní pokračovat bez snížení výkonnosti i při ztrátě 3 % tělesné hmotnosti. (Formánek & Horčic, 2003; Konopka, 2004).

Z toho vyplývá, že pro sportovce je velmi důležité doplňovat tekutiny před, při a po výkonu. Pitný režim před a při výkonu by se měl skládat především z hypotonických nápojů, které mají nižší osmolalitu (hustotu). Měly by obsahovat ionty draslíku, sodíku a do 30g/l sacharidy. Hypotonické nápoje se díky své nižší osmolalitě lépe vstřebávají a nezatěžují tak trávicí systém. Přibližně 30 min. před startem by měl sportovec vypít okolo 250 ml nápoje, který se před závodem nestihne vyloučit. Při výkonu není tělo schopno vstřebat veliké množství tekutin, proto je doporučováno pít každých 15 - 20 min. zhruba 150 ml nápoje. Tyto hodnoty jsou pouze orientační, protože se musí brát ohled na individualitu každého jedince, druh vykonávané činnosti, teplotu a vlhkost okolního prostředí. Důležitá je také teplota nápoje, která by se měla pohybovat v rozmezí 10 – 15 °C. (Maughan & Burke, 2006).

Po výkonu je nutné doplnit ztráty pocením a zpětně rehydratovat tělo nad původní hodnoty. To lze lehce určit podle váhového úbytku během zátěže. Složení nápoje po výkonu by mělo být s větší osmolalitou. Používají se převážně nápoje isotonické, v některých případech i hypertonické.

(Clark, 2009).

Podle Seliegra (1983) musíme myslet nejenom na doplnění ztrát způsobených fyzickou aktivitou, ale taky na ztráty vzniklé za normálních podmínek, kdy tělo vydá z organismu okolo 2,5 l tekutin.

Tabulka č.5 - Celkový výdej a příjem vody

výdej		příjem	
moč	1500 ml	nápoje	1300 ml
kůže	450 ml	jídla	1000 ml
plíce	550 ml	oxidace	350 ml
stolice	150 ml		
celkem	2650 ml		2650 ml

(Seliger, 1983).

V praxi osvědčeným a jednoduchým způsobem jak odhadnout, zda je hydratace organismu dostatečná, je kontrolovat množství a barvu moči. Pokud je organismus dehydrovaný, moči je málo, má výrazný zápach a je tmavá. Poté je potřeba zvýšit doplňování tekutin do doby, než moč zesvětlá na světle žlutou. (Clark, 2009).

2.3 Laboratorní zátěžová diagnostika

K vyšetření sportovní zdatnosti a výkonnosti používáme zátěžovou diagnostiku jako objektivní nástroj k hodnocení sportovce. Zátěžová diagnostika zjišťuje především funkční změny a reakce organismu, které byly vyvolány zatížením. Zpravidla se měření zabývá maximálními hodnotami sledovaných fyziologických funkcí. Laboratorní testy probíhají na běhacím pásu, nebo bicyklovém ergometru tak, aby byly zatíženy velké svalové skupiny. (Bartůňková et al., 2013)

Použití běhacího koberce je podle Kučery & Truksa (2002) jednoznačně výhodnější pro běžce, kteří jsou na tento specifický pohyb zvyklí. Běžci obvykle na běhacím pásu dosahují vyšších hodnot VO_{2max} , neboť zapojují více svalových skupin

než na bicyklovém ergometru. Nejsou také ovlivněni skutečností, jak často jezdí na kole.

Podle Vilikuse, Brandejského & Novotného (2004) rozlišujeme 3 základní druhy ergometrů:

- Bicyklový ergometr
- Běhací pás/koberec
- Rumpál

Bicyklový ergometr je nejčastěji používaný měřicí přístroj. Mezi jeho nesporné výhody patří klid horní poloviny těla, který umožňuje odebrání vzorků krve na stanovení laktátu a přesné snímání EKG. Další výhodou je stabilita na přístroji a tím snížené riziko úrazu. Nevýhodou bývá dosahování nižších hodnot než na běhátku z důvodu zapojení menšího množství svalů.

Běhací koberec je velmi často používaný u běžců. Jeho výhodou je komplexní zatížení celého těla. Testovaná osoba se tak vyhne předčasné lokální únavě dolních končetin. Nevýhodou zůstává nemožnost odebrání krve a měření krevního tlaku.

Rumpál je převážně využíván u hendikepovaných sportovců, kteří jsou schopni zapojit omezené množství svalů. (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

Hnízdil & Havel (2012) uvádí, že pro jednotlivé sportovní odvětví se v dnešní době vyvíjí a již existují speciální veslařské a běžkařské ergometry.

2.3.1 Spiroergometrie

Spiroergometrie představuje aerobní zátěžovou diagnostiku, která stanovuje kardiorespirační zdatnost organismu. Metoda představuje stupňovaný test na ergometru až do *vita maxima*. Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) bývá nejčastěji sledovaný parametr. V porovnání s ostatními testy, je spiroergometrie nejlépe vypracovanou a nejkompexnější metodou na vyšetření transportního systému pro kyslík. (Vilikus, Brandejský & Novotný, 2004).

Obrázek č.4 – Spiroergometrické vyšetření.



Zdroj: (Vlastní).

2.3.1.1 Spiroergometrické ukazatele.

Měřené hodnoty rozlišujeme na statické a dynamické. Statické parametry jsou: inspirační rezervní objem, expirační rezervní objem a vitální kapacita plic. Dynamické parametry jsou: dechová frekvence, dechová rezerva, minutová ventilace a doba zadržetí dechu. (Bartůňková et al., 2013).

Dechová frekvence (BF) popisuje počet nádechů během časové jednotky, obvykle jedné minuty. Klidové hodnoty se pohybují okolo 14 – 16 dechů/minutu, při zátěži mírné intenzity stoupá frekvence dechů na dvojnásobek. Vysoká až maximální intenzita zvýší rytmus na 40 až 60 dechů/min. Při vyšší dechové frekvenci už bývá dýchání neekonomické. Zároveň se musejí zapojit i pomocné dýchací svaly, což způsobuje rychlejší únavu respiračních svalů. (Bartůňková et al., 2013).

Maximální spotřeba kyslíku (VO_{2max}) vyjadřuje maximální spotřebu kyslíku, nejčastěji v (ml/min/kg). Jedná se o základní ukazatel aerobní vytrvalosti (detailněji viz 2.2.1.1 Dýchací systém). (Bartůňková, 2010).

Mínutová plicní ventilace (VE) je součin dechového objemu a dechové frekvence. Udává množství prodýchaného vzduchu za jednu min (detailněji viz 2.2.1.1 Dýchací systém). (Havlíčková et al., 1991).

Vitální kapacita plic (VC) udává maximální množství vydechnutého vzduchu po maximálním nádechu (detailněji viz 2.2.1.1 Dýchací systém). (Bartůňková, 2010).

Tepový kyslík (VO_2/HR) je množství kyslíku, který se dostane do tkání jedním tepem (detailněji viz 2.2.1.2 Srdečně-cévní systém). (Bartůňková, 2010).

Dechový objem (VT) se udává v litrech a popisuje množství vdechnutého vzduchu. Společně s dechovou frekvencí, na které je dechový objem závislý, určují plicní ventilaci. Při zvyšující se dechové frekvenci nezbývá dostatek času na hluboký nádech, proto dechový objem téměř nestoupá. V klidu se hodnoty VT pohybují v rozmezí od 0,5 – 0,7 l. Zvýšením intenzity zátěže objem VT stoupá na 1 – 2 l. Maximální a submaximální intenzita sportovní činnosti zvyšuje VT na 2,5 – 3,0 l, výjimečně až 4 l. (Bartůňková et al., 2013).

Poměr respirační výměny (RER) vyjadřuje poměr mezi přijatým kyslíkem a vyloučeným oxidem uhličitým (detailněji viz 2.2.1.1 Dýchací systém). (Máček & Máčková, 1997).

Srdeční frekvence (SF) udává počet systol (stahů) srdce za minutu (detailněji viz 2.2.1.2 Srdečně-cévní systém). (Soumar, Soulek & Kučera, 2000).

2.3.2 Wingate test

Tento test je v praxi nejčastěji používaným anaerobním testem, který se řadí mezi tzv. „all-out“ testy. Vznikl v roce 1974 v Izraeli. Zpravidla se používá bicyklový ergometr pro práci dolních končetin, nebo klikový ergometr pro práci horních končetin. Na rozdíl od jednorázových testů umožňují stanovit anaerobní kapacitu a zároveň maximální anaerobní výkon. V testu jedinec pracuje po dobu 30s s maximálním nasazením od začátku, kdy je výkon nejvyšší, až do konce, kdy je nejnižší. Posuzuje se

schopnost uvolnit co nejvíce energie v co nejkratší době. Test také umožňuje stanovit anaerobní kapacitu jako veškerou vykonanou práci, nejvyšší výkon po dobu 5s, index únavy vyjádřený poklesem výkonu mezi 5s maxima a 5s minima v procentech maximálního anaerobního výkonu. Během Wingate testu zároveň měříme srdeční frekvenci, popřípadě po zátěžovou koncentraci laktátu jako funkční a metabolickou odezvu organismu. Výbušný start s velkým poklesem výkonnosti nám naznačuje převahu rychlých svalových vláken a naopak. (Bartůňková et al., 2013).

2.3.3 Tělesné složení

Součástí zátěžové diagnostiky je měření tělesného složení na přístroji Tanita BC 418 MA. Nejdůležitějším údajem pro vypočítání výsledků z testů je tělesná hmotnost. Dále musíme také změřit pomocí antropometru tělesnou výšku. Vyšetření nám také poskytne neméněcenné informace o procentu tukové a svalové hmoty. Procenta umí dále rozdělit na jednotlivé segmenty těla. Tyto dva parametry částečně ovlivňují obsah vody v těle. Ta bývá zastoupena ve větším množství u osob s velkým procentem svalstva a zároveň s malým procentem tuku. Obvyklé procento vody ve složení těla u mužů bývá 60 – 65%. Posledním údajem, který nám poskytne přístroj, je hodnota BMI (Body Mass Index), která se vypočítává podílem váhy a výšky v metrech na druhou. Jedná se o hodnocení váhy jedince v poměru k jeho výšce. V praxi jednoduchý a rychle použitelný postup k vyhodnocení nadváhy, obezity, nebo podvýživy. Pro sportovce může být ukazatel BMI zavádějící z důvodu zvýšeného procenta svalové hmoty, které vede k vyšším hodnotám BMI. (Bartůňková et al., 2013; Máček & Máčková, 1997).

Obrázek č.5 – Měření na přístroji Tanita **Obrázek č.6** – Měření výšky antropometrem



Zdroj: (Vlastní).



Zdroj: (Vlastní).

2.3.4 Použité testovací přístroje

Tanita BC 418 MA

Tanita představuje váhu, která měří tělesné složení. Přístroj funguje na základě bioelektrické impedanční analýzy, kdy jsou do těla vysílány elektrické signály, které procházejí mezi 8 katodami. Na základě odporů, které vytvářejí jednotlivé tkáně, přístroj vypočítává tělesné složení. Pro správné vyhodnocení výsledků si musí testovaná osoba stoupnout pouze ve spodním prádle bez ponožek na vyznačené místo a zároveň uchopit madla do dlaní. (www.tanita-eshop.cz, 2015).

Obrázek č.7 – Příklad Tanita BC 418 MA



Zdroj: (Vlastní)

Ergometr LODE Excalibur Sport

Moderní bicyklový ergometr dokáže vyvinout odpor až 2500 wattů a je speciálně sestaven pro účely sportovní medicíny. Předností přístroje je možnost přizpůsobení polohu sedla a řídicíků v horizontálním i vertikálním směrem. Široká základna zajišťuje maximální stabilitu. Pedály s klipsami pro kvalitní přenos síly sportovce do pedálů, zároveň jsou vybaveny detekcí úhlu a síly vynaložené na pravé a levé končetině. Pohodlná řídicíka jsou vybavena displejem pro kontrolu otáček. (www.compek.cz, 2015).

Obrázek č. 8 - Ergometr LODE Excalibur Sport



Zdroj: (Vlastní).

Cortex MetaControl 3000

Jedná se o výkonný počítač propojený s ergometrem a váhou Tanita. Veškeré naměřené hodnoty se zobrazují na dvou monitorech, které jsou propojené s počítačem. (www.compek.cz, 2015).

Obrázek č. 9 – Sestava přístrojů v Cortex MetaControl 3000



Zdroj: (Vlastní).

3 Cíle úkoly hypotézy

3.1 Hypotézy:

H1) Předpokládáme, že hodnoty $VO_2\text{max}$ na kilogram budou v průměru nejvyšší u cyklistů.

H2) Předpokládáme, že nejvyšších hodnot průměrného a maximálního výkonu ve Wingate testu budou dosahovat hokejisté.

H3) Předpokládáme, že veškeré dosažené hodnoty ze spiroergometrie a Wingate testu budou nadprůměrné co se týče norem přiřazených přístrojem.

3.2 Cíle:

Zjištění rozdílů ve složení těla, aerobních a anaerobních předpokladech u několika skupin sportovců různých sportovních odvětví, srovnatelné věkové kategorie a výkonnostní úrovně. Změření výkonnostních odchylek v jednotlivých týmech a zároveň je porovnat mezi sebou. U konkrétních sportovců stanovit předpoklady pro zlepšování. Dále stanovit orientační hodnoty výkonnosti v daném sportovním odvětví pro potřeby trenérů.

3.3 Úkoly:

- 1) Zpracování literatury,
- 2) sestavit testovací okruh,
- 3) měření jednotlivých hráčů,
- 4) jednotlivé výsledky zpracovat do grafické podoby a provést jejich porovnání,
- 5) vytvořit závěry z měření.

4 Metodologie

4.1 Charakteristika testovaných souborů

Naším cílem bylo zajistit 12 sportovců z každého sportovního odvětví ve věku 15-18 let, složený maximálně ze dvou týmů. Kritériem pro výběr sportovních týmů byl dostatečný počet sportovců v daném věku, kteří dosahují předních příček v krajských tabulkách.

4.1.1 T. J. Sokol České Budějovice

Atletický oddíl T. J. Sokol České Budějovice od svého vzniku v roce 1992 patří mezi nejúspěšnější atletické celky v České republice. V naší práci se vyskytují atleti z oddílu T. J. Sokol České Budějovice, ale také hostující atleti z oddílu TJ Nová Včelnice. Vzhledem k trenérské činnosti vedoucího mé práce v tomto oddílu, bylo získání dostatečného množství atletů snadné. Výběr jedinců byl založen na základě dlouholetých zkušeností Mgr. Petra Bahenského. Abychom zaručili skupinu kvalitních sportovců, museli jsme do měření zahrnout atleta, kterému v době testování bylo 14,5 let. Běžci z obou oddílů se specializují převážně na 800m, 1500m a 3000m překážek. Z dvanácti atletů jsou 4 medailisté z MČR včetně jednoho reprezentanta České republiky. V době měření se tým nacházel v přípravném období.

Tabulka č.6 – Údaje tělesného složení oddílu T. J. Sokol České Budějovice

	Věk	Váha (kg)	Výška (cm)
Průměrná hodnota	16,0	60,4	176,9
Nejnižší hodnota	14,5	51,2	170,0
Nejvyšší hodnota	18,0	66,8	187,0
Směrodatná odchylka	1,2	5,4	5,3
Variační rozpětí	3,5	15,6	17,0

4.1.2 HC Motor České Budějovice

Vznikl v roce 1928 jako AC Stadion České Budějovice, od doby jeho vzniku vystřídal tento hokejový klub mnoho názvů. Jedná se o špičku v Jihočeském kraji. Testování hokejového klubu Motor České Budějovice probíhalo na podzim v roce 2014 na Katedře tělesné výchovy a sportu. V rámci ekonomizace financí a času, naměřená data sdílíme s více studenty. V naší práci se vyskytují hokejisté z kategorií U16, U17 a U18. Všechny tři kategorie v době testování hrály nejvyšší českou soutěž. Z testovaného vzorku je 9 útočníků a 3 obránci. Všech 12 hokejistů, které jsme testovali, by měli být dle slov asistenta trenéra Radka Bělohlava oporou týmů. V době měření se tým nacházel v soutěžním období.

Tabulka č.7 – Údaje tělesného klub HC Motor České Budějovice

	Věk	Váha(kg)	Výška(cm)
Průměrná hodnota	16,5	73,1	179,5
Nejnižší hodnota	15,0	62,6	172,0
Nejvyšší hodnota	18,0	83,3	186,0
Směrodatná odchylka	1,2	6,2	3,9
Variační rozpětí	3,0	20,7	14,0

4.1.3 Bike klub Vimperk a Bike team Třeboň

Vimperský cyklistický klub vznikl v roce 1994 a je propojen se sportovním gymnáziem ve Vimperku. Jedná se o nejlepší klub v Jihočeském kraji, se kterým se povedlo domluvit na testování, díky studiu jednoho závodníka na Katedře tělesné výchovy a sportu. Trenéři Jan Jedlička a Ondřej Šavrňák nám poskytl 8 kvalitních cyklistů. Pět sportovců má medailové umístění z MČR, zároveň jsou 3 v reprezentaci České republiky.

Vzhledem k potřebě dalších 4 sportovců jsme dle výsledků z Jihočeského MTB poháru a Galaxy série oslovili dalších pět týmů v kraji. Dva oslovené týmy neměly dostatečný počet závodníků, jeden nesouhlasil s podmínkami, další nekomunikoval. Nakonec se nám povedlo domluvit s Bike team Třeboň. Opět díky spojení s jedním

závodníkem studujícím na katedře, dále také díky možnosti flexibilní dopravy závodníků do Českých Budějovic.

Rozvíjející se cyklistický klub Bike team Třeboň byl založen v roce 2002. Jedná se o amatérský klub, který má však kvalitní cyklisty. Po konzultaci s trenérem Petrem Hlinkou jsme otestovali 4 nejlepší cyklisty, kteří se nakonec dle výsledků z měření výrazně nelišili od vzorku z Vimperku. V době měření se oba týmy nacházely v přípravném období.

Tabulka č.8 – Údaje tělesného složení bike teamů Vimperk a Třeboň

	Věk	Váha (kg)	Výška (cm)
Průměrná hodnota	16,3	66,1	180,7
Nejnižší hodnota	15,0	45,7	169,0
Nejvyšší hodnota	18,0	76,0	191,0
Směrodatná odchylka	1,2	8,5	6,9
Variační rozpětí	3,0	30,3	22,0

4.2 Organizace testování

Uskutečnit měření sportovců bylo možné díky flexibilitě Mgr. Petra Bahenského a možnosti provést měření v laboratoři Katedry tělesné výchovy a sportu Jihočeské univerzity. Po vzájemné domluvě data a času proběhlo měření sportovců zpravidla po skupinkách 2-4 sportovců, což umožňovalo velkou ekonomičnost času.

Samotnému měření na bicyklovém ergometru předchází zjištění tělesné výšky antropometrem a složení těla na přístroji Tanita BC 418 MA. Na přístroji jsou vyznačená místa, kam se sportovec postavil pouze ve spodním prádle a zároveň tiskl

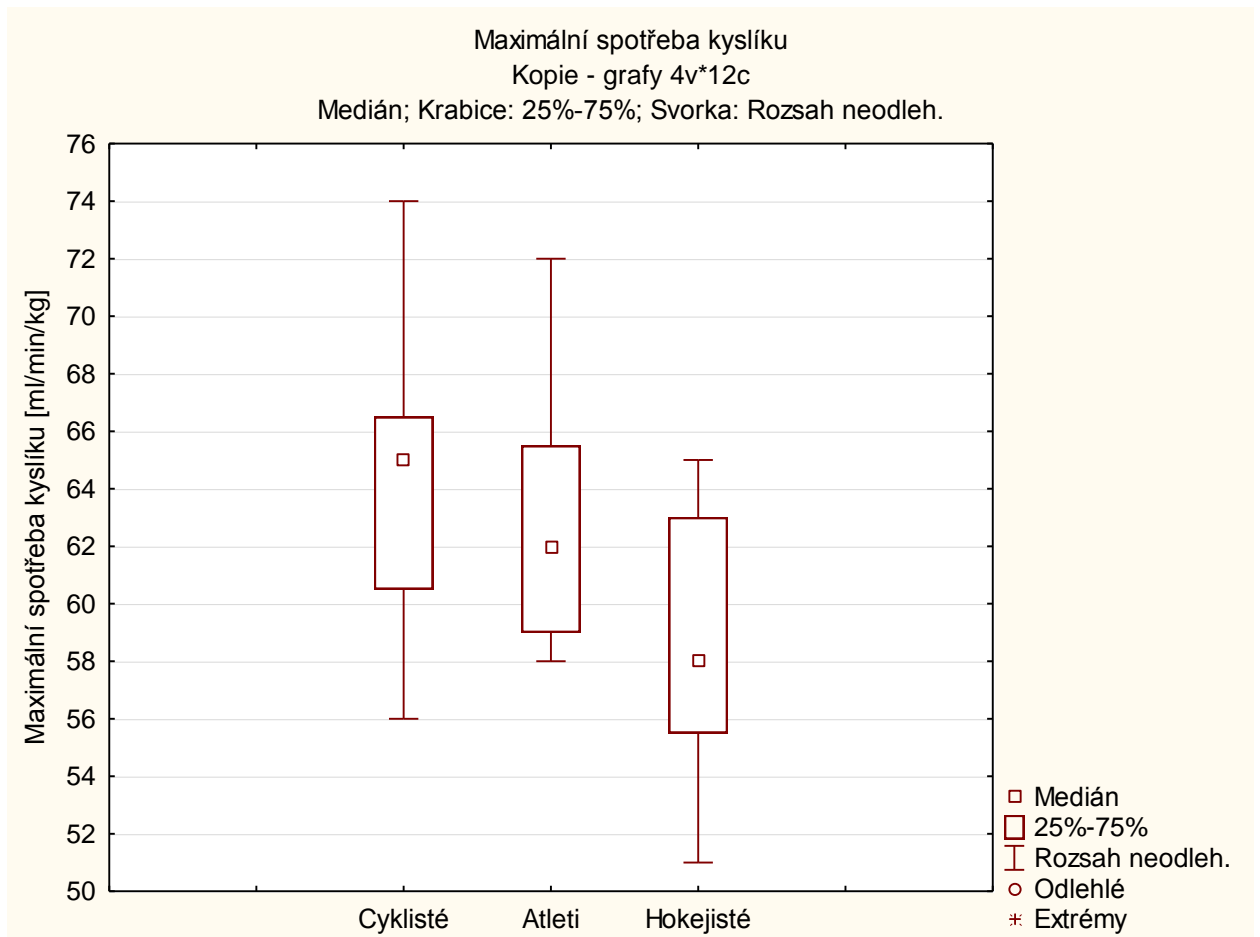
v dlaních madla s elektrodami. Po pár vteřinách měření, kdy přístroj měří odpor elektrického proudu v tkáních těla se hodnoty zobrazí na obrazovce počítače a testovaná osoba může sestoupit. Poté se převlékla do sportovního a nasadila hrudní pás sporttesteru. Dle individuálních potřeb sportovce se přizpůsobil posed na ergometru. Jako první byl na řadě Wingate test, který začal 5 minutovým rozjetím na 60 otáček za minutu, během kterého byl sportovec vyzván ke dvěma maximálním zrychlením na 120 otáček za minutu. Díky těmto zrychlením přístroj určí velikost počátečního odporu při 30s testu, zároveň má za úkol zahřátí organismu. Následně proběhl Wingate test na 30 sekund, který musí sportovec absolvovat s maximálním nasazením po celou dobu testu. Před ukončením testu, proběhlo ještě 150 sekundové vyjetí při 60 otáčkách za minutu na zklidnění organismu. Po testu obvykle sportovec odpočíval 20 - 30 minut a místo něj šel na Wingate test druhý jedinec na řadě. Na základě předešlých zkušeností vedoucího mé práce, můžeme tvrdit, že tento odpočinek je dostačující. Výsledky spiroergometrie se při kontrolním měření po 24 hodinách, výrazně nelišili od výsledků naměřených 20 – 30 minut po Wingate testu.

Poslední testem byla spiroergometrie. Testované osobě se opět přizpůsobil posed na kole, nasadil sporttester a dle velikosti a tvaru obličeje jsme nasadili anatomickou masku odpovídající velikosti. Dále jsme na ukazováček levé ruky nasadili oxymetr, který měří saturaci krve kyslíkem. Spiroergometrickému testu předcházelo změření vitální kapacity plic. Sportovec s anatomickou maskou na obličeji provedl maximální nádech a výdech nejméně 2x - 3x abychom dosáhli co nejpřesnějšího výsledku. Vlastní test na kole probíhal obvykle okolo 8 – 12 minut. Testovaná osoba měla za úkol udržet frekvenci okolo 100 otáček za minutu. Počáteční zátěž byla vždy nastavena na 120 W, ta se postupně každou minutu zvyšovala o 20 W. Pokud jsme ze sledovaných parametrů usoudili, že testovaná osoba má velkou aerobní kapacitu a test by trval příliš dlouho, tak jsme mírně přidávali zátěž podle citu tak, aby test proběhl optimálně dlouho. Před testem jsme sportovce informovali, aby až ucítí pokles jeho sil a nemožnost udržet otáčky déle než jednu minutu, oznámil nám tuto skutečnost zvednutím paže. To byl pro nás signál, abychom se připravili na ukončení testu v počítači. Sportovce opět čekalo vyjetí po dobu 3 minut na 60 otáček za minutu při zátěži 25 W. Tímto vyjetím testování pro sportovce skončilo. Sejmuli jsme mu masku a sporttester, který se společně s maskou umyl, aby byl připraven na další použití. Všechna naměřená data přístroj uložil ve formátu PDF. Uložená data jsme následně zpracovali do tabulek a grafů.

5 Výsledky testování

5.1 Spiroergometrie

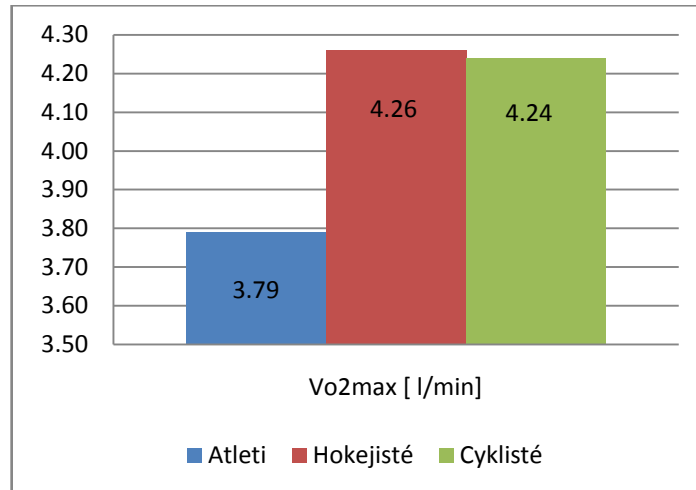
Graf č.1 - Maximální spotřeba kyslíku v ml/min/kg.



V testu maximální spotřeby kyslíku podle očekávání dosáhli nejvyšší průměrné hodnoty 64,1 ml/min/kg cyklisté. Na druhém místě skončili atleti, kteří dosáhli průměrné hodnoty 62,8 ml/min/kg. Nejnižší hodnoty jsme naměřili u hokejistů, v průměru 58,5 ml/min/kg. Celkově nejvyšší hodnoty dosáhl cyklista 74 ml/min/kg. Z grafu jde zároveň u cyklistů pozorovat největší variabilita souboru, která lze vysvětlit tím, že výsledek v horské cyklistice neovlivňuje pouze aerobní výkon, ale především také technika jízdy. Naopak v atletice hraje aerobní kapacita významnou roli, proto je soubor vyjma jednoho sportovce nejvyrovnanější. Úplně nejnižší hodnota byla

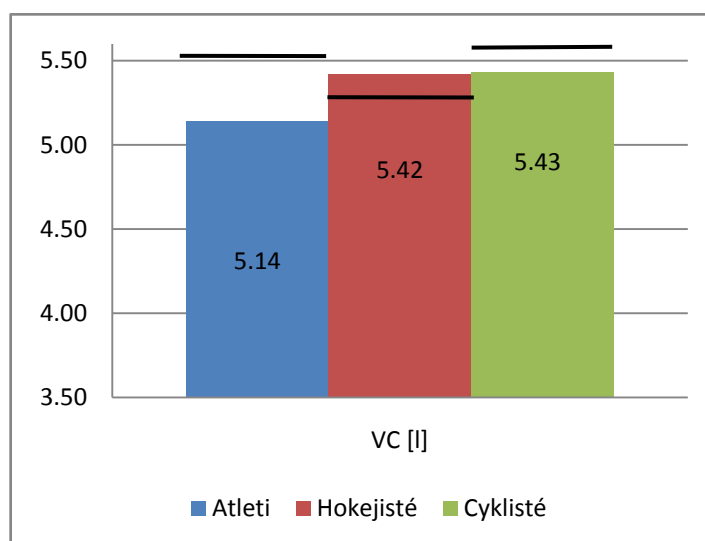
naměřena u hokejisty 51 ml/min/kg. Přiřazené normy přístrojem v laboratoři pohybující se okolo 48 ml/min/kg, všichni sportovci výrazně přesáhli.

Graf č.2 - Maximální spotřeba kyslíku v litrech za minutu.



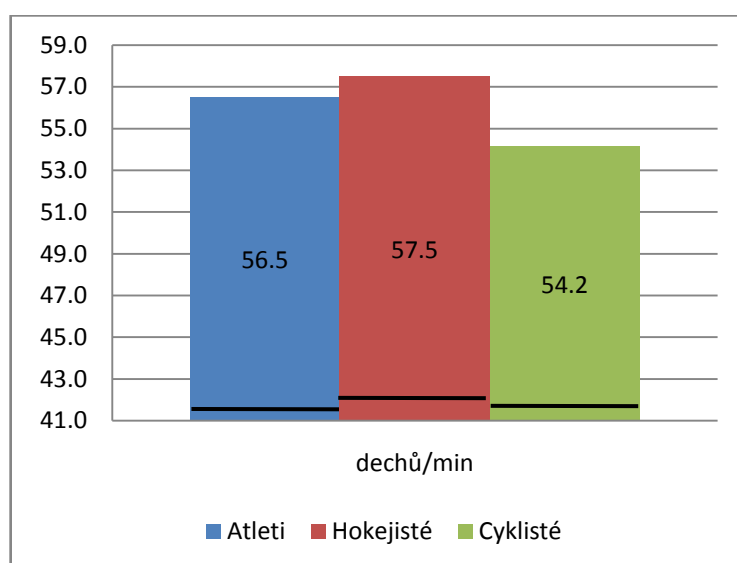
V tomto grafu můžeme vidět výsledky maximální spotřeby kyslíku v litrech za minutu, která není vydělena tělesnou hmotností sportovce. Nejvyšších hodnot dosáhli hokejisté 4,26 l/min. S nevelkým rozdílem byli druzí cyklisté 4,24 l/min. a poslední atleti s 3,79 l/min. Vzhledem k celkově nízké tělesné hmotnosti, nepotřebují atleti zásobovat tak veliké množství svalů jako hokejisté, proto dosahují takto nízkých hodnot. Z tohoto grafu můžeme také usoudit, že hokejisté nejsou tak špatně aerobně trénováni jak by se mohlo zdát z grafu kde maximální spotřebu kyslíku dělíme kilogramy. Absolutně nejnižší hodnoty dosáhl atlet 2,98 l/min. Nejvíce jsme naměřili u cyklisty 5,35 l/min.

Graf č.3 - Vitální kapacita plic v litrech.



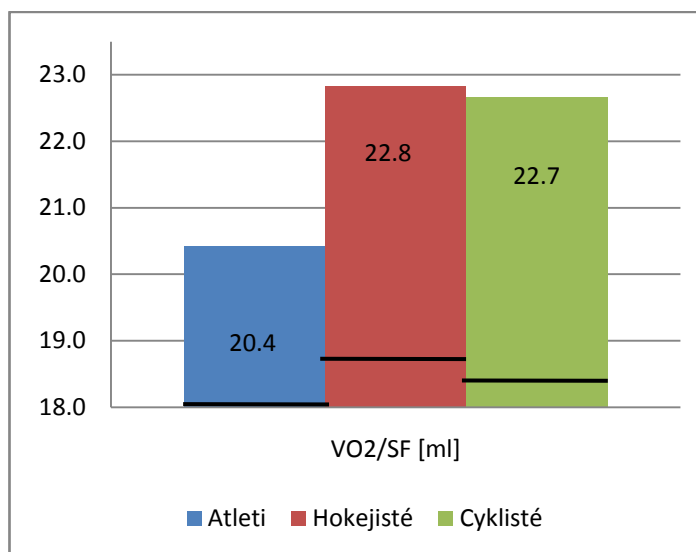
Průměrnou nejvyšší vitální kapacitu plic jsme naměřili u cyklistů 5,43 l. Přesto nedosáhli na normu přiřazenou přístrojem (tučná čára) 5,63 l. Hokejisté byli pouze o 0,01 l horší než cyklisté, ale jako jediný přesáhli jim přiřazenou normu 5,3 l. Nejnižší výsledek s největším rozdílem od normy měli atleti s výsledkem 5,14 l. Nejvyšší hodnoty 7,35 l dosáhl hokejista. Naopak nejnižší hodnoty dosáhl cyklista s hodnotou 3,42 l. Tyto námi naměřené hodnoty se dají brát pouze jako orientační, neboť jsme při více pokusech každého jednotlivce zaznamenali mezi jednotlivými pokusy veliké rozdíly. Pravděpodobně je výsledek výrazně ovlivněn schopností správně provést usilovný výdech a nádech.

Graf č.4 - Dechová frekvence za minutu v okamžiku Vo2max.



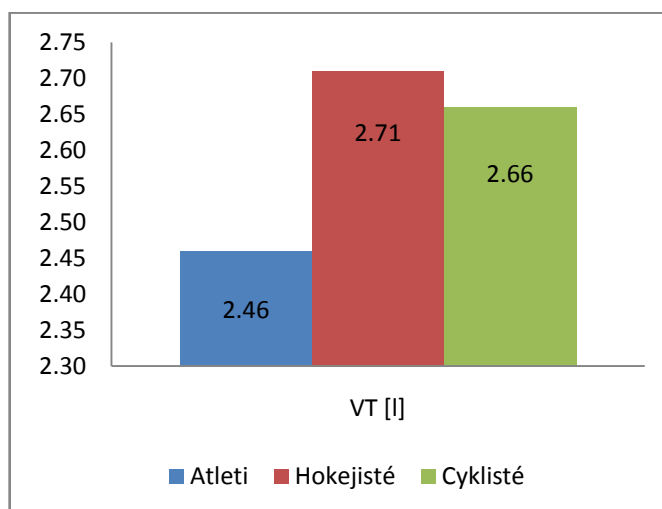
Dechová frekvence v době Vo_{2max} byla u všech tří skupin vyšší než doporučená hodnota přístrojem, která se pohybovala okolo 42 dechů/min.. Nejvyšší průměrné dechové frekvence dosáhli hokejisté 57,5 dechů/min, nejnižší cyklisté 54,2 dechů/min. Nejnižší dechovou frekvenci 38 dechů/min. jsme shodně zaznamenali u jednoho atleta a hokejisty. Nejvyšší dechové frekvence 70 dechů/min. dosáhl hokejista. Tuto hodnotu už bychom mohli považovat za špatnou dechovou ekonomiku.

Graf č.5 - Maximální tepový kyslík v mililitrech.



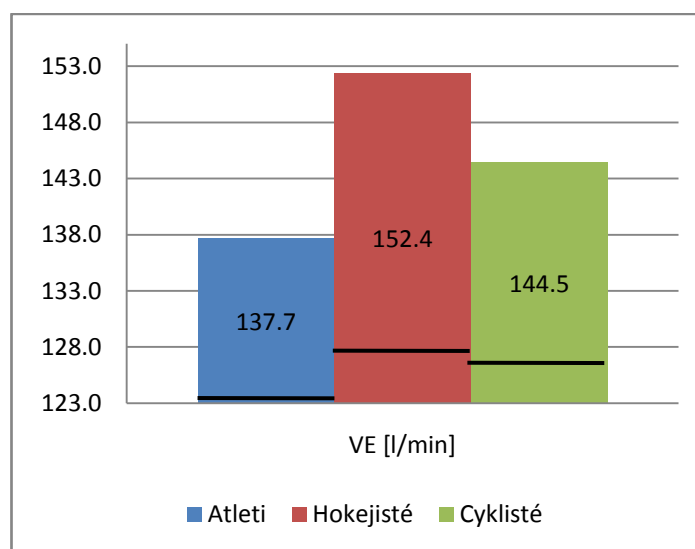
Nejvyšších průměrných hodnot tepového kyslíku dosáhli hokejisté 22,8 ml následováni cyklisty s 0,1 ml horším výsledkem. Nejhorše dopadli atleti s 20,4 ml, přesto přesáhli stanovenou normu o 2 ml. Absolutně nejvyšší hodnoty dosáhli dva cyklisté 29 ml.

Graf č.6 - Dechový objem v době Vo_{2max} vyjádřený v litrech.



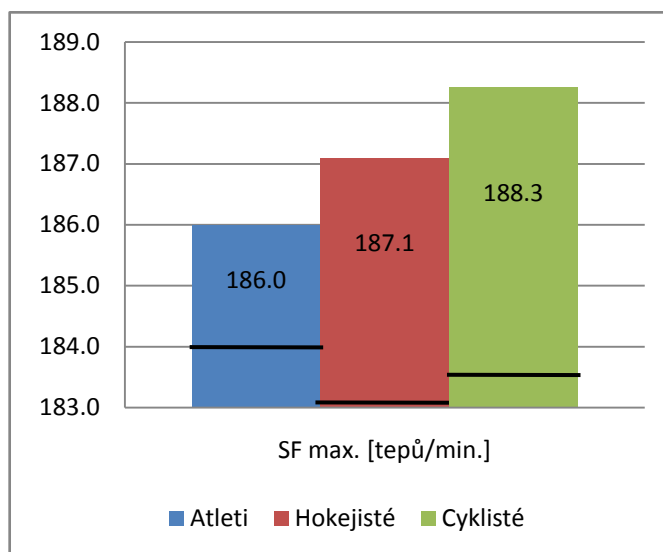
Z grafu je patrné, že nejvyšších hodnot dechového objemu v době Vo2max dosáhli hokejisté s průměrnou hodnotou 2,71 l. Druzí v pořadí skončili cyklisté, kteří dosáhli průměrné hodnoty 2,66 l. Nejmenší průměrnou hodnotu jsme naměřili u atletů a to 2,46 l. Absolutně nejnižší hodnotu jsme naměřili u cyklisty 1,84 l. Nejvyšší hodnotu u hokejisty 3,62 l.

Graf č.7 - Minutová ventilace plicní v okamžiku Vo2max vyjádřena v litrech za minutu.



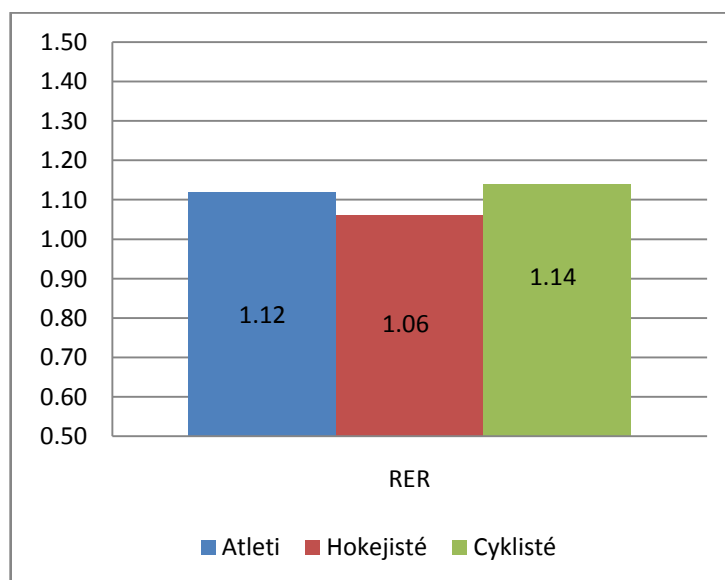
Hodnoty průměrné minutové ventilace se u všech tří skupin nacházely nad doporučenými hodnotami stanovenými přístrojem. Nejvyšší průměrné hodnoty dosáhli hokejisté 152,4 l/minutu, zároveň mezi nimi byl hokejista s celkově nejvyšší hodnotou 194,6 l/min. Nejmenších hodnot dosahovali v průměru atleti s 137,7 l/min. Absolutně nejnižší hodnotu 80 l/min. jsme zaznamenali u cyklisty z Bike team Třeboň. U tohoto cyklisty jsme naměřili i nejmenší dechový objem i vitální kapacitu plic. Nízké hodnoty jsou z velké míry ovlivněny jeho drobnou postavou s tělesnou hmotností 45 kg.

Graf č.8 - Maximální srdeční frekvence za minutu v době Vo2max.



Co se týče maximální srdeční frekvence v době Vo2max, nejvyšších průměrných hodnot dosáhli cyklisté se 188,3 tepů/min. Pouze o 1,2 tepů/min. méně jsme naměřili u hokejistů a o 2,3 tepů/min. méně u atletů. Všechny tři skupiny sportovců dosahovaly vyšších, než přiřazených hodnot přístrojem. Nejvyšší hodnoty tepové frekvence dosáhl cyklista s 202 tepů/min. Nejméně jsme naměřili u hokejisty 174 tepů/min.

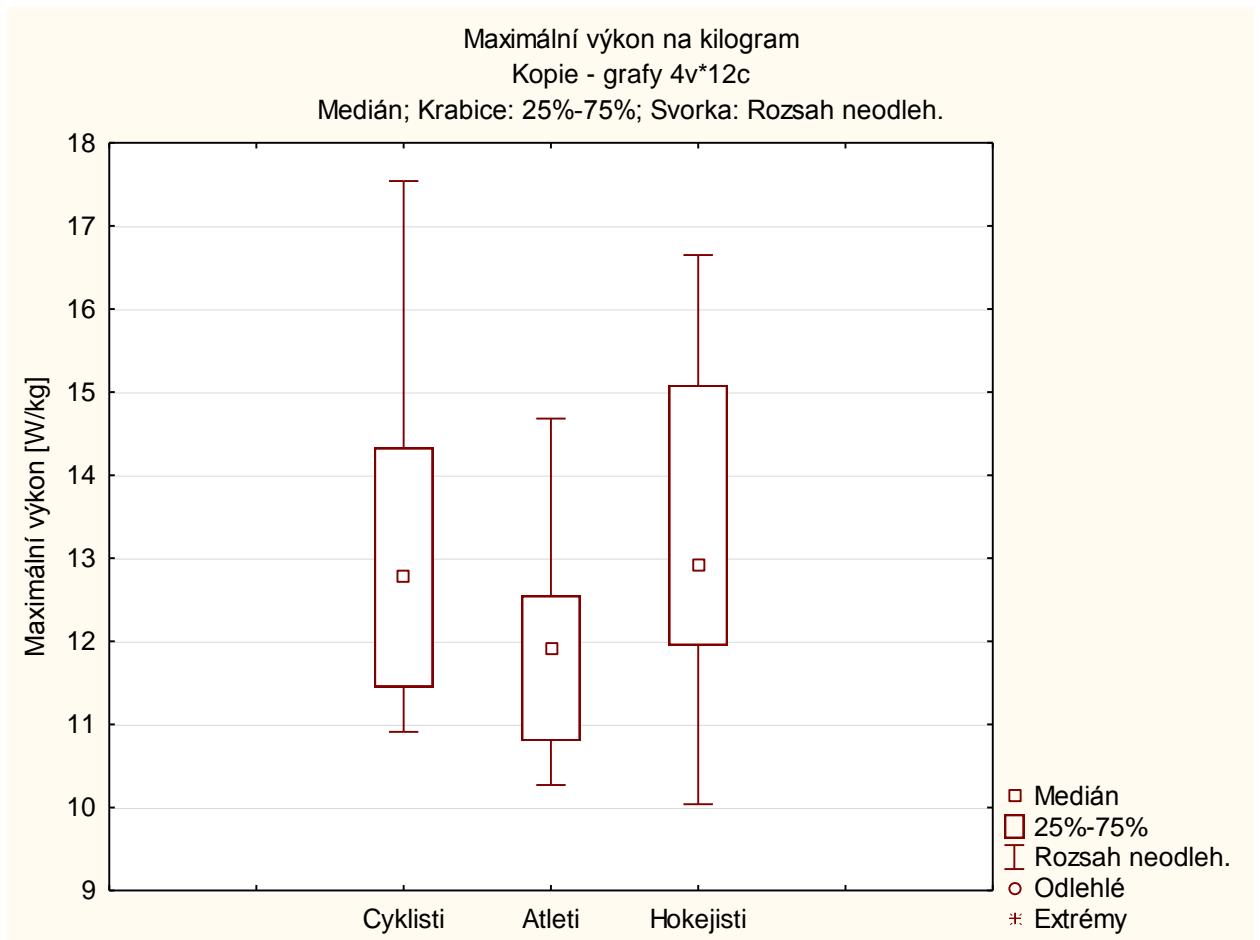
Graf č.9 - Maximální hodnota poměru respirační výměny.



Maximální hodnoty respirační výměny kyslíku a oxidu uhličitého dosažené na konci testu naznačují jak moc ze sebe sportovci „vydali“. Nejvíce cyklisté s poměrem respirační výměny 1,14, těsně následováni atleti. Nejmenší průměrné hodnoty dosáhli hokejisté. U jednotlivců nejméně dosáhl hokejista s 0,98 a nejvíce atlet s hodnotou 1,24.

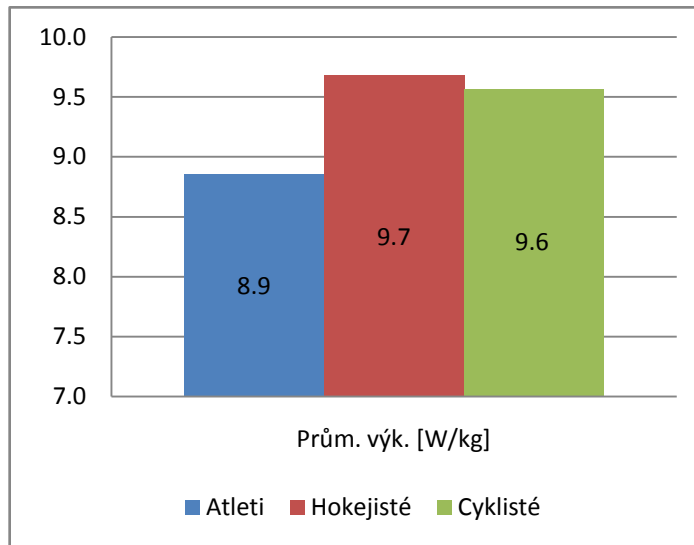
5.2 Wingate test

Graf č.10 - Maximální výkon ve watech na kilogram.



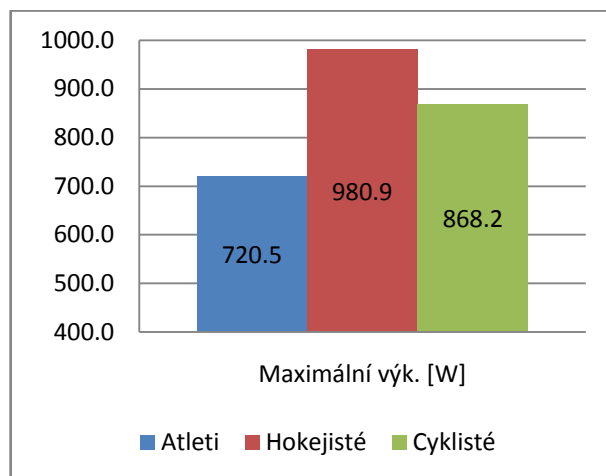
Maximální výkon na kilogram dopadl podle předpokladů nejlépe pro hokejisty, kteří dosáhli průměrné hodnoty 13,4 W/kg. Zároveň jsme ale u hokejistů zaznamenali nejnižší hodnotu 10,04 W/kg. Jako druzí skončili cyklisté s průměrnou hodnotou 13 W/kg. Celkově nejvyšší hodnotu 17,54 W/kg jsme naměřili u cyklisty z Bike team Třeboň. Atleti s průměrnou hodnotou 12 W/kg dopadli nejhůře, z grafu je však patrné, že se jednalo o nejvyrovnanější soubor.

Graf č.10 - Průměrný výkon ve watech na kilogram.



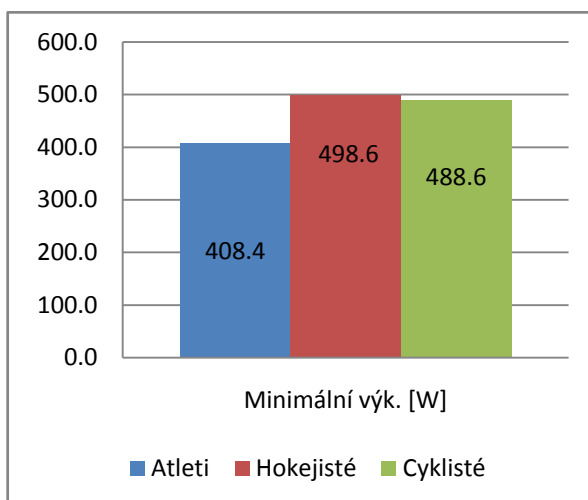
Výsledky průměrného výkonu na kilogram tělesné hmotnosti dopadly podobně jako u maximálního výkonu na kilogram. Nejlépe dopadli hokejisté s 9,7 W/kg, zároveň jsme u nich naměřili nejvyšší hodnotu 10,83 W/kg. Pouze o 0,1 W/kg hůře dopadli cyklisté. Nejmenší průměrnou hodnotu 8,9 W/kg a také celkově nejmenší hodnotu 8,08 W/kg jsme naměřili u atletů.

Graf č.11 – Maximální výkon ve watech.



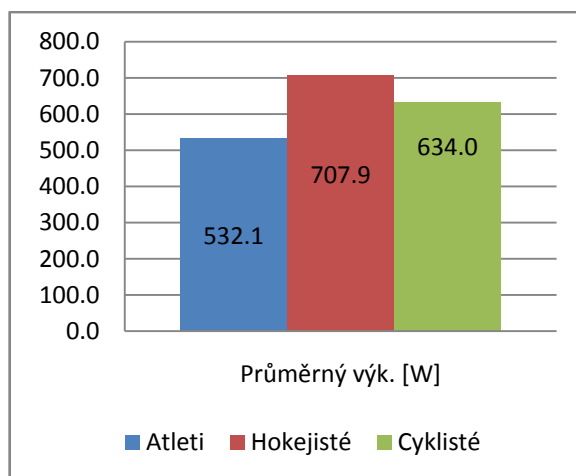
Maximální výkon ve watech dopadl nejlépe pro hokejisty, kteří atlety v průměru převyšovali až o 260 W. Hokejisté dosahovali také celkově nejvyššího výkonu 1337 W u jedince.

Graf č.12 – Minimální výkon ve watech



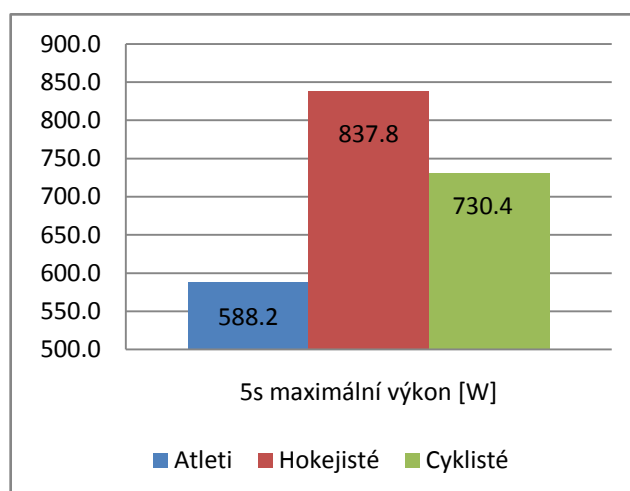
Minimální výkon dopadl podobně co se týče pořadí. Hokejisté měli největší průměrnou 498,6 W, ale i celkovou hodnotu 639 W minimálního výkonu. V průměru nejmenší minimální výkon měli atleti 408,4 W.

Graf č. 13 – Průměrný výkon ve watech.



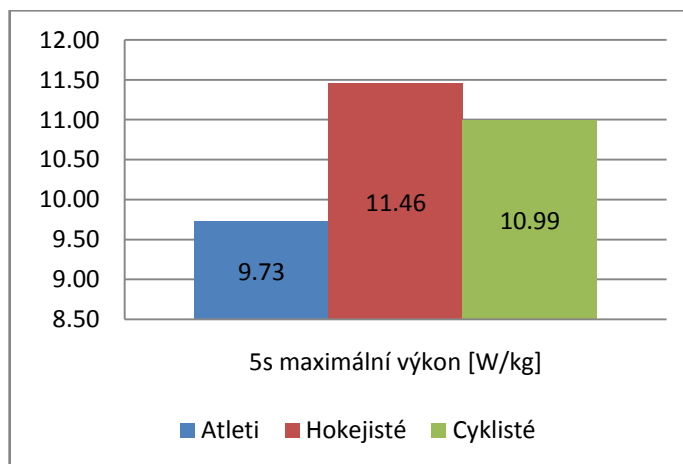
Hokejisté dopadli opět nejlépe s nejvyšší průměrnou hodnotou 707,9 W a celkově nejvyšší hodnotou 885 W. Cyklisté jako v předešlých dvou grafech dopadli druzí s průměrnou hodnotou 634 W. Nejméně 532,1 W jsme v průměru naměřili u atletů.

Graf č.14 - Maximální 5 sekundový výkon ve watech.



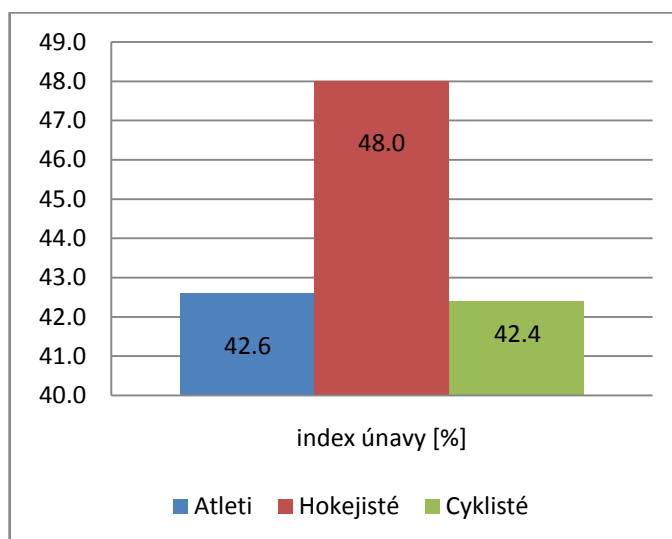
Maximální výkon během 5 sekund byl naměřen nejvyšší u hokejistů 837,8 W. U cyklistů 730,4 W nebylo tak výrazně méně jako u atletů, kteří dosáhli 588,2 W. Celkově nejnižší hodnotu jsme naměřili u cyklisty 453 W. Podle předpokladů nejvíce u hokejisty 1004,7 W.

Graf č.15: Maximální 5 sekundový výkon ve watech na kilogram.



Maximální 5 sekundový výkon na kilogram tělesné hmotnosti dopadl podobně jako maximální 5 sekundový výkon nevydělený hmotností. Nejvíce jsme naměřili u hokejistů 11,46 W/kg a nejméně u atletů 9,73 W/kg. Absolutně nejméně jsme naměřili u atleta 7,73 W/kg. Naopak nejvíce u cyklisty 14,66 W/kg.

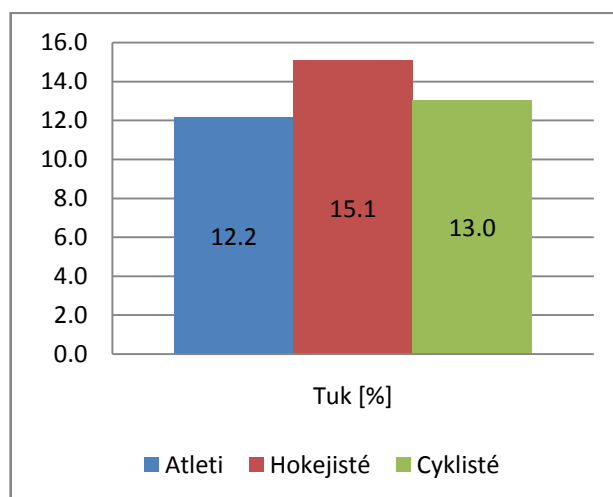
Graf č.16 - Index rychlosti únavy.



Rychlost únavy se projevila nejvíce u hokejistů. U nichž jsme naměřili průměrnou hodnotu 48 %. Cyklisté měli v průměru nejméně 42,4 %, což bylo pouze o 0,2 % méně než u atletů. Celkově nejnižší hodnotu jsme však naměřili u hokejisty 19,2 %, což může vypovídat o jeho vytrvalostních dispozicích jedince, nebo na začátku do testu nedal vše. Nejvyšší hodnota 62,05 % se také vyskytla u hokejisty.

5.3 Složení těla

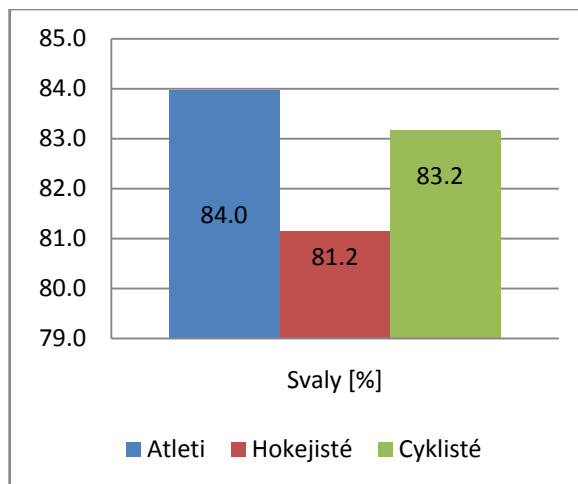
Graf č.17 - Průměrné množství tukové hmoty v procentech.



Nejméně tukové hmoty jsme naměřili u atletů. Naopak u hokejistů jsme změřili nejvíce tukové hmoty. Úplně nejnižší hodnotu tuku 8,7 % jsme naměřili u atleta. Všichni sportovci až na jednoho hokejistu, který měl 21,2 % tuku, se pohybovali pod 21

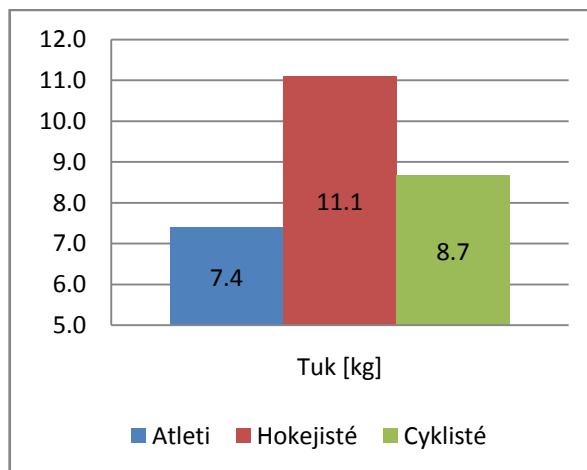
% tuku. Což můžeme podle přístroje Tanita BC 418 MA považovat jako hranici zvýšeného množství tuku.

Graf č.18 – Průměrné množství svalové hmoty v procentech.



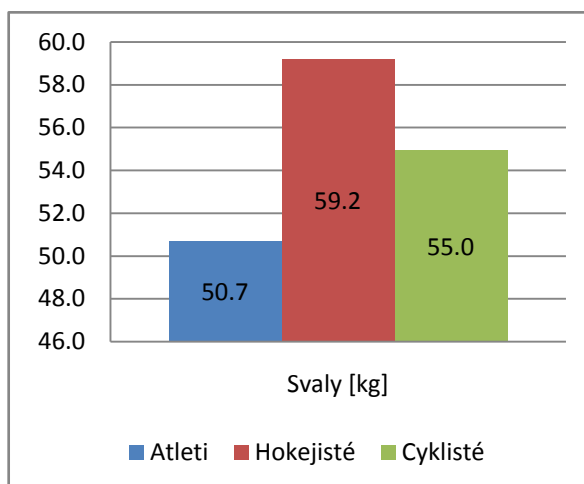
Z grafu je patrné, že podle očekávání u všech sportovců dominantně převládala svalová hmota, u tří skupin v průměru nad 80 %. Procentuálně se nejvíce svalové hmoty naměřilo u atletů a nejméně u hokejistů. Největší procento svalstva 87,1 % jsme změřili u atleta.

Graf č.19 - Průměrné množství tukové hmoty v kilogramech.



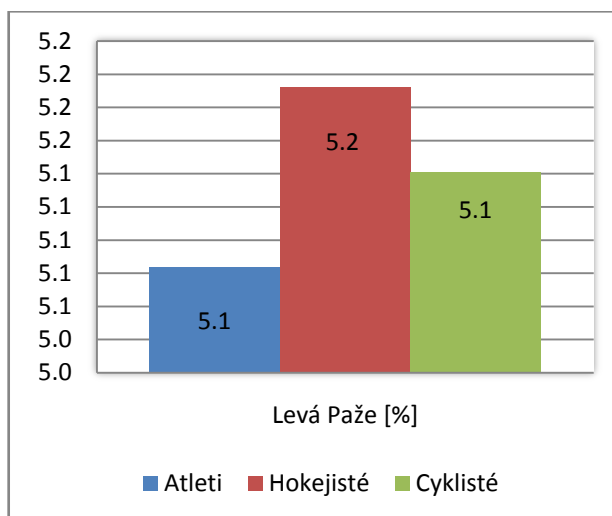
Tento graf vychází ze stejných hodnot jako dva grafy výše, ale hodnoty jsou zobrazeny v kilogramech místo procentuelního zastoupení. Množství tukové hmoty mají nejmenší atleti a největší hokejisté.

Graf č.20 - Průměrné množství svalové hmoty v kilogramech.



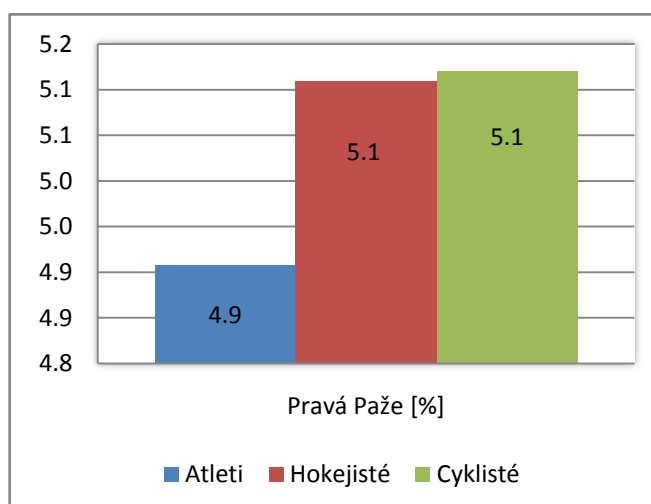
Nejvíce svalové hmoty v kilogramech měli v průměru hokejisté vzhledem ke své robustní tělesné stavbě. Naopak nejméně svalů v kilogramech jsme zaznamenali u atletů, pro které je výrazná tělesná hmotnost nežádoucí. Největšího množství svalové hmoty dosahoval cyklista z Bike team Třeboň 64,4 kg.

Graf č.21 - Průměrné množství svalové hmoty levé paže v procentech.



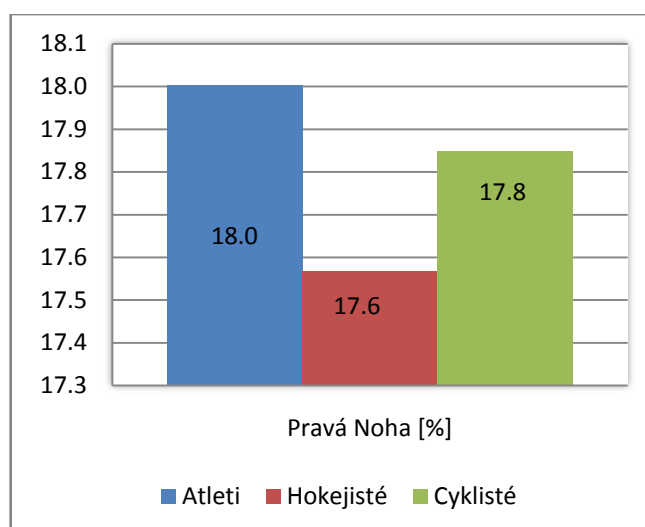
Co se týče levé paže jsou rozdíly téměř nezaznamatelné, rozdíly jsou pouze o 0,1 %.

Graf č.22 - Průměrné množství svalové hmoty pravé paže v procentech.



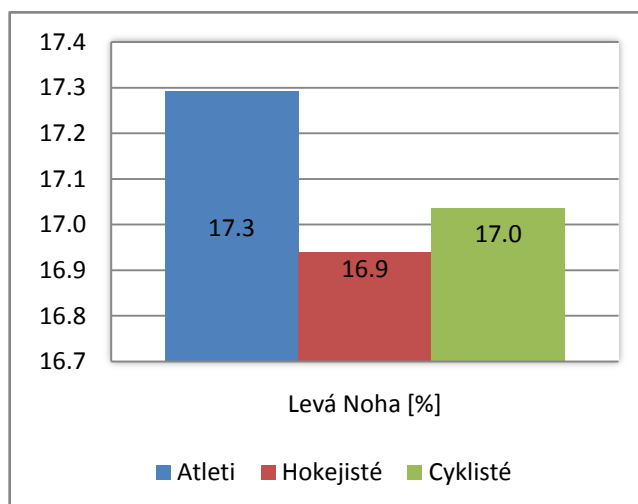
Pravá paže vyšla s rozdílem 0,2 % méně u atletů, než u hokejistů a cyklistů. V porovnání pravé a levé paže vyšlo také s minimálním rozdílem, pouze u atletů byla dominantnější levá paže o 0,2 % a u hokejistů také levá o 0,1 %.

Graf č.23 - Průměrné množství svalové hmoty pravé nohy v procentech.



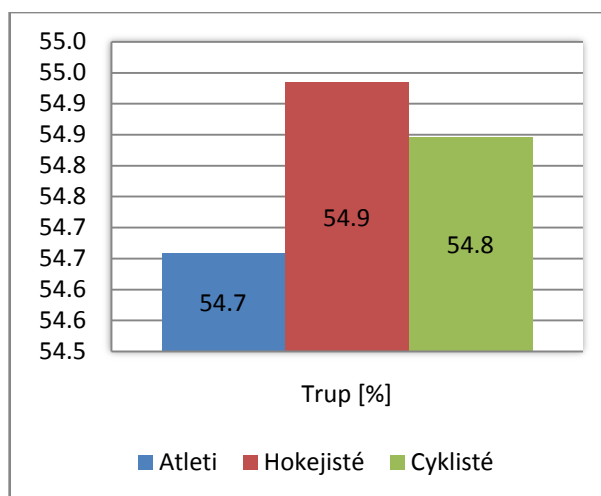
Rozdíl u dolních končetin byl také minimální. U pravé nohy byl největší průměrný rozdíl 0,4 % mezi atlety kteří dosahovali nejvíce 18 % a hokejisty, kteří měli 17,6 %.

Graf č.24 - Průměrné množství svalové hmoty levé nohy v procentech.



U všech tří skupin byla pravá noha více osvalená. Atleti společně s hokejisty měli na levé noze o 0,7 % a cyklisté o 0,8 % méně svalů, než na pravé. Dominanci pravé nohy můžeme sledovat v prioritním používání této nohy v každodenních činnostech.

Graf č.25 - Průměrné množství svalové hmoty trupu v procentech.



Podle očekávání nejvyšších hodnot v oblasti trupu dosahovali hokejisté, kteří k práci s hokejkou potřebují dostatek svalové hmoty. Konkrétně nejvíce u jednotlivce, jsme naměřili u hokejisty 58,2 %. Nejméně svalů v oblasti trupu 49,8 %, jsme zaznamenali u cyklisty z Bike team Třeboň.

6 Diskuze

Výsledky VO₂max z testu spiroergometrie dopadly podle očekávání nejlépe pro cyklisty, kteří dosahovali nejvyšší celkové hodnoty u jednotlivce, ale i celkově nejvyššího průměru. Z krabicového diagramu je však patrná výrazná variabilita souboru. Ta je dána výborným výsledkem 74 ml/min/kg., který je výrazně vzdálen od ostatních hodnot. Nejméně 56 ml/min/kg. jsme naměřili u dvou cyklistů, každý zastupující jiný tým. Bez těchto tří hodnot by byl soubor vyrovnaný. Hodnoty 72 ml/min/kg. uvedené v tabulce č.1 dosáhl pouze jeden cyklista. Běžci se ukázali jako nejvyrovnanější soubor, avšak také nedosahovali hodnot udávaných v tabulce č.1. Uvědomujeme si však, že pro běžce by bylo vhodnější užití běhacího pásu. Ten jsme v rámci naší laboratoře bohužel neměli k dispozici. Můžeme tedy předpokládat, že jejich skutečné hodnoty VO₂max jsou vyšší. Hokejisté s průměrnou hodnotou 58,5 ml/min/kg. také nedosáhli hodnot v tabulce č.1, ale nacházejí se v rozmezí 55-59 ml/min/kg. Bukač (1990) toto rozmezí hodnotí jako střední hodnotu VO₂max u vrcholových hokejistů.

Dále z grafů VO₂max v litrech, tepového kyslíku, dechového objemu a minutové ventilace můžeme vyčíst, že nejvyšších hodnot dosahují hokejisté. S výrazným rozdílem oproti atletům. To je dáno především jejich celkově větší hmotností v průměru o 12,7 kg a také množstvím svalové hmoty o 8,5 kg. Tyto skutečnosti kladou na transportní mechanismus hokejistů vyšší nároky oproti atletům. Hodnoty cyklistů se nacházejí mezi hodnotami hokejistů a atletů, spíše se ale přibližují k hokejistům.

Co se týče vitální kapacity plic, nejlépe dopadli cyklisté s téměř stejným výsledkem jako hokejisté, pouze o 0,01 l více než hokejisté. Z celé spiroergometrie pouze v této oblasti většina sportovců nedosahovala norem přiřazených přístrojem. Vzhledem k tomu, že v ostatních disciplínách byli sportovci výrazně nad normami. Přisuzuji tato nízká čísla z vitální kapacity plic špatné technice provedení maximálního nádechu a výdechu. I přesto, že jsme se sportovcům snažili řádně vysvětlit způsob provedení a zároveň jim umožnili 3 a více pokusů.

Hodnoty respirační výměny u většiny cyklistů a atletů nacházeli nad 1,10, což značí dostatečné úsilí vydané při testu. U hokejistů jsme v průměru naměřili výrazně méně a zároveň nejnižší hodnotu. Tento patrný rozdíl by se dal vysvětlit charakteristikou daného sportu. U cyklistů a běžců, je podmínkou úspěchu výdej maximálního úsilí především na konci závodu, kdy se rozhoduje v závěrečných

spurtech. Oproti tomu hokejisté se sice také snaží podat co nejlepší výkon, ale pokud cítí výraznou únavu, mají možnost střídání za odpočatého hráče.

Wingate test dopadl ve všech na výkon zaměřených disciplínách nejlépe pro hokejisty. Toto jsme očekávali vzhledem k tomu, že trenéři v hokeji kladou důraz na výsledky z tohoto testu. Tento typ maximálního zatížení v časovém intervalu do jedné minuty je pro ně typický. Malým překvapením pro nás však bylo, že nejvyšší průměrné hodnoty dosáhli i v maximálním výkonu na kilogram tělesné hmotnosti (13,4 W/kg), kde jsme předpokládali, že díky své veliké tělesné hmotnosti budou na druhé příčce za cyklisty, kteří ve skutečnosti ztráceli 0,4 W/kg. Nejhůře celkově dopadli atleti, kteří na hokejisty ztráceli 1,4 W/kg. U atletů jsme pozorovali nejvyšší vyrovnanost souboru jak je patrné z krabicového diagramu maximálního výkonu na kilogram. Hodnoty průměrného výkonu na kilogram tělesné hmotnosti se u hokejistů a cyklistů příliš nelišily. Hokejisté s 9,7 W/kg o 0,1 W/kg více než cyklisté. Atleti s 8,9 W/kg mírně zaostávali. Maximální výkon na kilogram během 5 sekund je také typickým testem pro hokejisty, kteří zde také dosahovali nejvyšší průměrné hodnoty 11,46 W/kg, o trochu více než cyklisté s 10,99 W/kg. Výrazně méně v tomto testu dosahovali atleti s 9,73 W/kg. Co se týče rychlosti únavy, tak cyklisté s atlety se prokázali o zhruba 5,5 % pomaleji unavitelnými než hokejisté.

U výsledků z tělesného složení a tělesných parametrů, cyklisté dopadli v průměru jako nejvyšší s 180,7 cm, hokejisté nejtěžší 73,1 kg. Nejmenší průměrnou výšku 176,9 cm a váhu 60,4 kg jsme naměřili u atletů. V průměru nejvíce tuku 15,1 % jsme naměřili u hokejistů, pravděpodobně je to spojeno s tendencí sportovců k výraznému nárůstu svalové hmoty, ovšem u dvou hokejistů jsme naměřili 21,2 a 19,2 %. Tyto hodnoty se nám zdají být zbytečně vysoké a stálo by za to, se zaměřit na zredukování tělesného tuku a nahradit ho svalovou hmotou, která lze při hře aktivně využít. Nejmenšího procenta tuku v průměru dosahovali atleti 12,2 %. Hodnoty svalové hmoty v procentech dopadly nejlépe pro atlety (84 %) a nejhůře pro hokejisty (81,2 %) na úkor tukové hmoty. Svalové hmoty v kilogramech jsme naměřili nejvíce u hokejistů 59,2 kg, 55 kg u cyklistů a nejméně u atletů 50,7 kg, což činilo rozdíl 9,5 kg na jedince mezi průměrným atletem a hokejistou. Tukové hmoty v kilogramech měli nejvíce hokejisté 11,1 kg, o 2,4 kg více než cyklisté a o 3,7 kg více než atleti. Rozložení svalové hmoty do pěti segmentů těla pro nás bylo překvapením, neboť jsme čekali větší rozdíly mezi

jednotlivými sporty. Všechny hodnoty jsou téměř vyrovnané. Co se týče horních končetin, tak u atletů a hokejistů jsme naměřili o 0,1 % více svalové hmoty na levé horní končetině. U pravé dolní končetiny, bylo větší procento svalové hmoty u všech sportů v průměru o 0,7 %. Což by naznačovalo na převahu praváků v našem souboru. Tudíž přednostní používání pravé dolní končetiny během každodenních činností, to ovšem neodpovídá převaze svalové hmoty u levé horní končetiny.

7 Závěr

Cílem naší práce bylo porovnání tří skupin sportovců pomocí Wingate testu, spiroergometrického vyšetření na bicyklovém ergometru a tělesného složení. To se nám povedlo u skupin běžců na střední tratě, ledních hokejistů a MTB cyklistů ve věku 15-18 let. Sportovci pocházeli z jihočeských sportovních klubů, které dosahují předních příček krajských tabulek.

Z naměřených výsledků můžeme tvrdit, že nejvyšší výkonnosti v oblasti Wingate testu dosahovali hokejisté. Tím se nám **potvrdila hypotéza H2**: „ Předpokládáme, že nejvyšších hodnot průměrného a maximálního výkonu ve Wingate testu budou dosahovat hokejisté.“ Nejvyšší hodnoty VO₂max na kilogram jsme naměřili u cyklistů. Můžeme tedy konstatovat, že se nám **potvrdila hypotéza H1**: „ Předpokládáme, že hodnoty VO₂max na kilogram budou v průměru nejvyšší u cyklistů.“ Zbylé hodnoty ze spiroergometrie dopadly nejlépe pro hokejisty. Z výsledků tělesného složení lze usoudit, že běžci jsou drobné postavy s nízkým procentem tuku, cyklisté jsou vyšší postavy a hokejisté jsou nejrobustnější s největším procentem tuku. **Hypotéza H3** která zněla takto: „ Předpokládáme, že veškeré dosažené hodnoty ze spiroergometrie a Wingate testu budou nadprůměrné co se týče norem přiřazených přístrojem.“ se **nepotvrdila** z důvodu nízké vitální kapacity plic u většiny probandů.

V teoretické části se zabýváme transportním mechanismem organismu, faktory ovlivňující sportovní výkon a jednotlivá sportovní odvětví z hlediska fyziologie. V praktické části charakterizujeme testované soubory, použité testovací přístroje a postup výzkumu. Dále uvádíme v grafické podobě zpracovaná data, která mohou sloužit jako orientační hodnoty pro trenéry konkrétních sportů v dané věkové kategorii a výkonnosti úrovně.

Veškerá naměřená data jsme poskytli trenérům, kteří s nimi mohou dále pracovat a konkrétně upravit trénink pro sportovce výrazně odlišující od zbytku skupiny.

Výsledky nemůžeme považovat za 100 % objektivní, neboť si uvědomujeme, že každý ze tří sportů se nacházel v jiné části sportovní přípravy. Kdybychom však chtěli testovat všechny sportovce například na začátku závodního období, výsledky by byly ovlivněny biorytmy ročních období. Dále nejde stanovit naprosto stejnou výkonnostní úroveň, neboť jednotlivé sporty mají rozdílnou strukturu soutěží a konkurenci v kraji. Také užití bicyklového ergometru je přirozenější pro cyklisty, kteří zde mohou

maximálně využít svůj potenciál oproti hokejistům, nebo běžcům, kteří by uvítali spíše běhací koberec. Svou roli hraje také specifčnost použitých testů pro jednotlivé sportovní odvětví. Wingate test jako krátkodobé rychlostní zatížení je vhodný především pro hokejisty, oproti tomu spiroergometrie je vzhledem k délce testu a tudíž testování vytrvalostních schopností vhodná spíše pro atlety a cyklisty. V neposlední řadě je potřeba podotknout, že změřené výsledky jsou pouze naměřené fyziologické hodnoty, které pouze částečně ovlivňují finální sportovní výkon.

Napříč těmto skutečnostem jsme se snažili vše uzpůsobit tak, aby tato práce měla smysl a pomohla v oblasti sportu.

Závěrem této práce je možné konstatovat, že vytyčené cíle a s nimi spojené úkoly se povedlo splnit.

Referenční seznam

- Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S. et al. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: UK Praha.
- Bukač, L. (2005). *Intelekt, učení, dovednosti & koučování v ledním hokeji*. Praha: Olympia.
- Bukač, L., & Dovalil, J. (1990). *Lední hokej*. Praha: Olympia.
- Clark, N. (2009). *Sportovní výživa*. Praha: Grada Publishing.
- Dovalil, J. et al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Formánek, J., & Horčic J. (2003). *Triatlon*. Praha: Olympia.
- Havličková, L. et al. (1991). *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: Karolinum.
- Havličková, L. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II: Speciální část*. Praha: Karolinum.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem.
- Hrubíšek, I. (2002). *Horské kolo od A do Z*. Praha: Sobotáles.
- Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink*. Praha: Olympia/Karolinum.
- Konopka, P. (2004). *Sportovní výživa*. České Budějovice: Kopp.
- Konopka, P. (2007). *Cyklistika*. Liberec: ReproArt
- Kostka, V., Bukač, L., & Šafařík, V. (1986). *Lední hokej (teorie a didaktika)*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kučera, V., & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink a kondice ve sportu*. Olomouc: UP Olomouc.
- Luža, J. et al. (1995). *Technika atletických disciplín*. Brno: MU Brno.
- Máček, M., & Máčková, J. (1997). *Fyziologie tělesných cvičení*. Brno: MU Brno.
- Maughan, R., & Burke, L. (2006). *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. Praha: Galén.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: UP Olomouc.
- Pavliš, Z. et al. (1995). *Školení trenérů*. Praha: Český svaz ledního hokeje.
- Perič, T. (2004). *Sportovní příprava dětí*. Praha: Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1983). *Fyziologie člověka*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Sheldon, W., H. et al. (1954). *Atlas of men*. New York: Harper & Brothers
- Soumar, L., Soulek, I., & Kučera, V. (2000). *Laktát a tepová frekvence jako významní pomocníci při řízení tréninku*. Praha: CARSI.
- Tvrzník, A., Soumar, L., & Soulek, I. (2004). *Běhání*. Praha: Grada Publishing.
- Vacula, J. (1983) *Trénink atletických disciplín 3*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum.
- Vindušková, J., et al. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia.

Internetové zdroje:

Cortex metacontrol 3000. Přístup dne: 14. 11. 2015. Dostupné z: <http://www.compek.cz/cortex-metacontrol-3000.htm> Přístup dne: 14. 11.

- Ergometr LODE excalibur sport.* Přístup dne: 14. 11. 2015. Dostupné z:
<http://www.compek.cz/ergometr-excalibur-sport.htm>
- Kyslíkový deficit a dluh.* Přístup dne: 14. 11. 2015. Dostupné z:
<http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyziio/texty/ch02s02.html>
- Systémy energetického krytí:* Přístup dne: 14. 11. 2015. Dostupné z:
<http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-18/05.html>
- Tanita BC 418 MA.* Přístup dne: 14. 11. 2015. Dostupné z:
<http://www.tanita-eshop.cz/tanita-bc-418-ma>