



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra tělesné výchovy a sportu

Bakalářská práce

**Komparace závodních výkonů a výsledků
laboratorních testů jako indikátorů
předpokladů u vrcholových běžců
na střední a dlouhé tratě**

Vypracoval: Mgr. Jana Vondrušková

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

České Budějovice, 2017



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

University of South Bohemia in České Budějovice

Faculty of Education

Department of Sports Studies

Bachelor Thesis

Comparison of racing performance and
laboratory test results as indicator of
assumptions for top runners on medium and
long runs

Author: Mgr. Jana Vondrušková

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

České Budějovice, 2017

Bibliografická identifikace

Název bakalářské práce: Komparace závodních výkonů a výsledků laboratorních testů jako indikátorů předpokladů u vrcholových běžců na střední a dlouhé tratě

Jméno a příjmení autora: Mgr. Jana Vondrušková

Studijní obor: Tělesná výchova a sport (dvouoborové, Přu - TVZu)

Pracoviště: Katedra tělesné výchovy a sportu PF JU

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

Rok obhajoby bakalářské práce: 2017

Abstrakt:

Autor se ve své bakalářské práci zaměřil na sledování vrcholových atletů v bězích na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Téma práce bylo postaveno na komparaci závodních výkonů s výsledky laboratorních testů. Smyslem práce bylo předpovědět daný výkon v určitých disciplínách na základě předem stanovených testů. Pro výběr dat jsme použili metodu obsahové analýzy, obsahové syntézy a metodu měření. Metodu měření jsme použili pro zjištění výsledků z laboratoře. Laboratorní testy, které jsme využili, byly spiroergometrie, spirometrie, test tělesného složení těla a Wingate testu. Data jsme poté zpracovali pomocí věcné významnosti. Pro zjištění závislosti jsme použili Spermanův korelační koeficient. Věcnou významnost jsme vymezili pomocí Cohenova d. V závěru práce jsme na základě výzkumu stanovili určitou souvislost mezi výkonem atletů v bězích na 800 m a jejich výsledků při Wingate testu a také určitou souvislost výkonů u atletů v bězích na 1 500 m, 3 000 m a jejich výsledků z testu spiroergometrie.

Klíčová slova:

korelace, věcná významnost, Wingate test, spiroergometrie, spirometrie, tělesné složení těla, atleti

Bibliographical identification

Title of the graduation thesis: Comparison of rating performance and laboratory test results as indicator of assumptions for top runners on medium and long runs

Author's first name and surname: Mgr. Jana Vondrušková

Field of study: Physical Education and Sport (double - subject, Přu - TVZu)

Department: Department of Sports studies

Supervisor: PhDr. Petr Bahenský, Ph.D.

The year of presentation: 2017

Abstract:

In this Bachelor Thesis, the author is focused on the observation of top athletes in 800 m, 1,500 m and 3,000 m runs. The thesis was based on the comparison of racing performance with the results of laboratory tests. The purpose of the work was to predict the performance in certain disciplines based on predetermined tests. We used the content analysis, content synthesis, and measurement method to select the data. We used the measurement method to determine the results from the laboratory. The laboratory tests we used were spiroergometry, spirometry, body composition test, and Wingate test. Then we processed the data using material significance. For significance, we used the Sperman's correlation coefficient. We have defined materiality by Cohen's d. In the end of the work, we determined the connection between the performance of athletes in 800 and their results from Wingate test, as well as some connection of performances at athletes in 1 500 m, 3 000 m and their results from the spiroergometry test.

Keywords:

correlation, signifkance, Wingate test, spiroergometry, spirometry, composition of the body, athletes

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala 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 a 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 These.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum.....

Podpis studenta

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu PhDr. Petru Bahenskému Ph.D., za jeho pomoc, ochotu, cenné rady a strávený čas při konzultacích, během kterých mi velice pomohl s realizací výzkumné i teoretické části mé bakalářské práce. Dále mu děkuji za shromáždění a poskytnutí naměřených dat, které jsem použila do výzkumné části a následně tak mohla zpracovat celou podstatu bakalářské práce.

1 Úvod.....	8
2 Přehled poznatků.....	9
2.1 Běhy na střední a dlouhé vzdálenosti	9
2.1.1 Psychologické a somatické složky výkonu.....	10
2.1.2 Motorické složky výkonu	17
2.1.3 Technika běhu	21
2.1.4 Taktika běhu	22
2.1.5 Ekonomika běhu	23
2.1.6 Predikce a testování výkonu.....	24
2.2 Tělesné složení sportovce	25
2.3 Spirometrie.....	27
2.4 Spiroergometrie.....	28
2.5 Wingate test	29
3 Cíle práce, úkoly a hypotézy	32
3.1 Cíl práce	32
3.2 Úkoly práce	32
3.3 Hypotézy.....	33
4 Metodika.....	34
4.1 Výzkumný soubor	34
4.2 Měření	35
4.3 Sběr dat.....	37
4.4 Zpracování dat	38
4.5 Použité metody.....	41
5 Výsledky.....	45
6 Diskuze.....	55
7 Závěr	58

1 Úvod

Téma své bakalářské práce jsem si zvolila z důvodu zájmu o disciplíny lehké atletiky. Výběr tématu byl také ovlivněn mým krátkým trenérským působením v atletické přípravce T. J. Sokol České Budějovice, kde jsem svoji trenérskou činnost vykonávala při studiu na vysoké škole po dobu necelých dvou let.

V bakalářské práci, která nese název Komparace závodních výkonů a výsledků laboratorních testů jako indikátorů předpokladů u vrcholových běžců na střední a dlouhé tratě, nás zajímala souvislost laboratorních testů s výsledky v samotných závodech. Všechny sledované parametry jsme zkoumali v atletických disciplínách v běhu na 800 m, 1 500 m a 3 000 m.

Téma je zajímavé z hlediska porovnávání maximálních výkonů v laboratorních podmínkách, ale i při nespécifickém zatížení, kdy je výkon atleta ovlivněn i vnějšími vlivy. Tréninková činnost atletů je velice složitý a dlouhodobý proces a proto se zde nabízí zajímavý předpoklad, zda můžeme stanovit nějakou existující souvislost mezi výsledky laboratorních testů a výsledků ze závodů. Popřípadě můžeme zjistit, jak velká a významná souvislost je mezi sledovanými parametry.

Snažili jsme se zaznamenat všechny teoretické i praktické znalosti ohledně zadaného tématu. Významná data potřebná k vlastnímu výzkumu jsme shromáždili z laboratorního měření a dále je porovnávali s výsledky závodů u jednotlivých atletů.

2 Přehled poznatků

2.1 Běhy na střední a dlouhé vzdálenosti

Luže (1990) uvádí, že běh je cyklický, automatický pohyb, který je jedním z nejpřirozenějších činností člověka. Hlavním cílem běhání je zdolat určitou vzdálenost za co nejkratší čas s co nejmenším úsilím. Běh je primárně atletickou disciplínou, ale využívá se i v jiných sportovních disciplínách.

Podle Vinduškové (2003) k nejoblíbenějším atletickým disciplínám patří běhy na střední a dlouhé distance u kterých běžci uplatňují švihový způsob běhu. To je základ úspěchu a úspory energie oproti šlapavému běhu, který se uplatňuje při běhu na kratší vzdálenost.

Vacula (1983) říká, že výkon v již zmiňovaných disciplínách určuje úroveň speciální vytrvalosti. Vytrvalost se určuje na základě vytrvalostních a rychlostních složek. Atleti zaměřující se na střední tratě mají větší podíl rychlostní složky než atleti specializující se na tratě dlouhé. Čím je trať kratší, tím dříve narůstá kyslíkový dluh. Čím je trať delší, tím spíše se zvyšuje aerobní kapacita plic.

V mé bakalářské práci se zabýváme běhy na 800 m, 1 500 m a 3 000 m, které se také mimo jiné řadí k běhům středních a dlouhých vzdáleností. Sportovní výkon v běžecké disciplíně nese jistou strukturu, na základě které může atlet dosáhnout svých maximálních výkonů. Celá struktura se skládá z dílčích složek, jejichž přecenění či podcenění vede ke zdárnému neúspěchu sportovce a proto je důležité, aby jednotlivé složky byly v rovnováze a nastal tak harmonický rozvoj výkonnosti.

2.1.1 *Psychologické a somatické složky výkonu*

Výběr typů běžce

Každý jedinec se rodí s určitými předpoklady, které během svého života méně či více rozvíjí. Tyto vrozené a získané schopnosti hrají klíčovou roli pro rozpoznání běžeckých talentů a práci trenéra. Limitujícím faktorem výkonnosti pro atletický běh jsou vrozené předpoklady a v dětství získané schopnosti. Výběr talentů pro běžecké disciplíny může být stanoven na základě vybraných charakteristik:

Tělesná hmotnost a tělesná výška

Podobně jako ve všech sportovních disciplínách je i v atletice tendence taková, že se výběr běžců zužuje na ty jedince, kteří mají vyšší tělesnou výšku. V běžeckých disciplínách se prosazují jedinci s různou výškou, ale obecně platí zákonitost, že čím je běžecká disciplína s kratší tratí, tím je vyšší výška výhodou. Důležité je také sledování poměru trupu a dolních končetin atleta. Výběr atletů nastává mezi 12. – 14. rokem života, protože v tu dobu má období puberty největší vliv na jejich tělesný růst. U každého jedince puberta ovšem nastává v trochu jiném časovém rozmezí a proto se zde setkáváme v rozporuplné situaci, které dominuje fakt, že kalendářní věk se může lišit od toho biologického. Z toho důvodu mohou trenéři pouze predikovat budoucí tělesnou výšku vybraných atletů. K nejčastějším odhadům patří sledování aktuální výšky jedince a porovnání výšek jeho rodičů. Stejně obtížné, jako určit budoucí tělesnou výšku, je předpovědět budoucí tělesnou hmotnost vybraných atletů. Hmotnost jedinců je nejvíce ovlivněna také v období puberty a měla by být optimální k jejich výšce (Reigrová, Přidalová, & Ulbrichtová, 2006).

Celkový zdravotní stav

Zhodnocení celkového zdravotního stavu u atletů patří k nejvýznamnějším charakteristikám při výběru typů atleta. Tato charakteristika zahrnuje vyšetření u sportovního lékaře, které by zejména mělo vyloučit ortopedické vady nohou, srdeční vady, alergie a změny na páteři. Nejen pro výběr atletů, ale i pro dosažení vysokých sportovních výsledků je celkový zdravotní stav sportovců velice relevantní. K neméně podstatné charakteristice u výběru atletů patří i aktuální zdravotní stav, který se může u jednotlivých atletů projevit v různém časovém období. Příkladem

může být oslabení atleta pro prodělané nemoci – nachlazení, záněty, virózy nebo akutní propuknutí nemoci v den závodu. To vše přispívá k faktu, že ne vždy mohou atleti podat stoprocentní výkon (Kučera & Truksa, 2000).

Aerobní a anaerobní předpoklady

Aerobní kapacita jedinců je do určité míry dána geneticky, ale dlouhodobým a specializovaným tréninkem ji lze zvýšit. Hlavním ukazatelem aerobní kapacity je aerobní výkon a maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\max$). Hodnoty těchto ukazatelů se dají zjistit při testování sportovců v laboratoři (Bartůňková, 2010).

Morfologické charakteristiky (somatotyp)

Tato charakteristika obsahuje stupnici somatotypů, která slouží jako další způsob pro výběr atletických talentů. Stupnice celkem zahrnuje tři čísla. První číslo udává podíl podkožního tuku a nazývá se endomorfní jednotka. Druhé číslo, mezomorfní jednotka, vyjadřuje podíl svalstva a kostry a třetí číslo, pod označením ektomorfní jednotka, vyjadřuje relativní štíhlost a délku jednotlivých segmentů. Běžci specializující se na trať dlouhou 800 m a 1 500 m by měli mít somatotyp ektomorfní izomorf. Jejich číselné vyjádření by mělo být 2 – 5 - 3. Somatotyp běžců na 3 000 m by měl být stejný ektomorfní mezomorf, pouze by se lišilo číselné vyjádření 2,5 - 4,5 - 4 nebo 2 – 4 - 4 (Havlíčková, 1993).

Hodnoty podkožního tuku

Celková hmotnost jedince se skládá ze dvou hlavních tělesných složek – aktivní a pasivní. Aktivní tělesná složka zahrnuje svaly a pasivní tělesná složka kosti a tělesný tuk. Důležitým poznatkem je určení tělesné stavby jednotlivých sportovců a hlavně jejich poměr mezi tělesným tukem a svalovou hmotou. Množství tělesného tuku sportovců je daleko menší než u běžné populace, se kterou se doktoři setkávají o mnoho častěji. U vrcholových sportovců je nezbytné mít specifické zastoupení poměru mezi tělesným tukem a svalovou hmotou. U atletů se pohybují hodnoty tělesného tuku u mužů pod 10 % a u žen pod 12 %. Čím nižší procento tuku je v těle atleta, tím při běhání nese menší přebytnou zátěž. Běžci, kteří se specializují na dlouhé tratě a jsou tím pádem zvyklí na velkou a dlouhodobou zátěž, mají v těle někdy až extrémně malé procento tuku. Jedinci specializující se na běhy střední

vzdálenosti mají malé procento tělesného tuku oproti běžné populaci, ale o trochu větší hodnoty než vytrvalostní běžci. Naopak větší zastoupení svalové hmoty mají jedinci, kteří se specializují na střední trať (Bartůňková et al., 2013).

Poměr typů svalových vláken – svalová morfologie

Svalová tkáň každého jedince se skládá ze tří typů svalových vláken, které určují funkční i biochemickou vlastnost svalů. Prvním typem jsou rychlá glykolytická svalová vlákna (FG), druhým typem jsou rychlá oxidativní glykolytická svalová vlákna (FOG) a posledním třetím typem jsou pomalá oxidativní svalová vlákna (SO). (Bartůňková et al., 2013).

Výchova běžce

Výchova jako nedílná součást výkonnostní přípravy běžce velice ovlivňuje výkon atleta. První část, kterou výchova zahrnuje, je rozumová a mravní stránka výchovy. Vrcholový atlet musí mít jasně stanovený cíl a chápat, proč se sportu věnuje, jakých výsledků chce dosáhnout a za jakým účelem provádí v tréninku jednotlivé činnosti. Důležitou částí je i spolupráce a komunikace s trenérem jako prostředek pro sdělení jeho aktuálního stavu (únava, pocity, stavy). Druhým bodem jsou vlastnosti atleta, které jsou do jisté míry vrozené, nicméně se výchovou a dlouhodobým tréninkem dají pozitivně ovlivnit tak, aby vrcholový sportovec byl sebevědomý, nebojácný a odvážný. Podstatnou složkou výchovy je psychická odolnost atleta na dlouhodobou zátěž, kterou má každý jedinec z větší části vrozenou. Jen v malé míře lze tuto odolnost děti vypěstovat již v raném dětství výchovou. Limitujícím faktorem pro dosažení nejlepších výsledků je systematičnost, soustavnost a pracovitost atleta. Úspěch atleta v závodech závisí na vrozených dispozicích pro daný sport a na morálně volních vlastnostech, kterými může být schopnost dlouhodobě podstupovat systematický tréninkový proces. Jednoduše řečeno, pokud se ocitne pod vedením trenéra talentovaný lenoch, jeho úspěch bude téměř nulový. Další faktor, kterým je morální výchova jedince, nabírá jak tréninkový tak i lidský rozměr. Každý sportovec by měl mít morální žebříček hodnot, kterými by se měl během vykonávání sportovní činnosti řídit. Důležitým faktorem je také vlastnost volního úsilí a vůle po vítězství. Někteří závodníci se ve velkých závodech mobilizují na tak vysokou úroveň, že závodní atmosféra jim pomůže a jdou si tvrdě

za vítězstvím. Jiní sportovci jsou psychicky náchylnější a méně odolní proti stresu během závodu, který jim brání v podání maximálního výkonu (Bunc, 2005).

Organizace sociálního zázemí

Pojem sociální zázemí zahrnuje veškeré předpoklady, které pozitivně či negativně ovlivňují sportování jedince (Písařík & Liška, 1985).

Mezi nejdůležitější faktory patří:

- ✓ rodinné a partnerské vztahy, přátelé, společnost
- ✓ finanční zázemí, bydlení, studium, zaměstnání, koníčky
- ✓ možnost regenerace, životní prostředí
- ✓ stravovací a hygienické návyky
- ✓ tréninkové prostory, časové možnosti tréninku
- ✓ životní styl, styl rodiny
- ✓ dostupnost lékařské, rehabilitační a jiné specializované péče
- ✓ osobnost, znalost, zkušenost a vzdělanost trenéra
- ✓ podmínky ve sportovním klubu
- ✓ vzdálenosti nutné absolvovat v běžném denním režimu (škola, stadion, domov)
- ✓ možnost trénovat v kvalitní skupině, sparringpartneři

(Písařík & Liška, 1985)

Všechny tyto faktory mají svůj podstatný vliv na výkonnost atleta. V průběhu života sportovce se v určitých obdobích jejich význam mění. Některé faktory může sportovec do jisté míry upravovat směrem k optimálnímu stavu sám (životní styl) a jiné zase ovlivní poněkud málo (životní prostředí). Čím je sportovec cílevědomější, tím si více uvědomuje důležitost sociálního zázemí, které může v menší míře svým podílem aktivně ovlivňovat (Kučera & Truksa, 2000).

Psychická příprava

Psychická příprava se skládá z psychických vlastností sportovce, psychicko-pedagogických prostředků, metod a jsou nedílnou součástí tréninkové přípravy, které úzce souvisí s ostatními složkami. Hlavním smyslem psychické přípravy je optimalizovat veškerou koncentraci atleta a zkvalitnit jeho celkovou adaptaci na sportovní podmínky tréninkového i závodního procesu. Veškerá psychická příprava je v roli trenéra, tudíž je kladen velký důraz na jeho poznatky

z oboru psychologie sportu. Psychická příprava zahrnuje dvě etapy. První etapou je dlouhodobá psychická příprava (postupná příprava na závody) a druhou etapou je krátkodobá psychická příprava (bezprostřední příprava před závodem). Tyto dvě etapy zahrnují několik problémových poznatků, které jsou úzce spjaty s psychologickou přípravou atleta (Vindušková et al., 2003).

Rozumová příprava

Rozumová příprava začíná u atleta pochopením dané činnosti, jejího cílu a úkolů. Sportovec si uvědomuje a kontroluje vlastní pohyby a pochopí tréninkovou výchovnou funkci atletického tréninku. Důležitými prvky rozumové přípravy je hodnocení výkonu trenérem, sebehodnocení závodníka, komunikace a aktivní tvorba tréninkového procesu mezi sportovcem a trenérem (Luža, 1990).

Morální příprava

Morální příprava zahrnuje morální chování atleta, které je založeno na určitých vzorcích podle daných norem. Hlavním cílem morální přípravy je překonávat nejen překážky a soupeře ale i sama sebe. Tato příprava je založena na volní aktivitě jedince a souvisí s charakterovými vlastnostmi jedince. S morální přípravou úzce souvisí motivace atleta a složení všech závodníků, kteří jsou připraveni k závodu. Pokud na start nastoupí vynikající běžci, kteří jsou svými výkony daleko před určitým atletem, může ho to natolik vyburcovat, že překoná sám sebe a podá svůj nejlepší výkon a třeba i překoná své soupeře. Naopak, pokud on sám bude v celé závodní skupině ten nejlepší, pravděpodobně nenastane výrazné zlepšení jeho vlastního výkonu. Proto i stav a složení soupeřů výrazně ovlivňuje výkon atletů a ne vždy musejí při závodě podat plnohodnotný výkon (Vindušková et al., 2003).

Vůle a volní úsilí

Vůle a volní vlastnosti jsou spojeny s překonáváním psychických a fyzických překážek, které vedou k usilovnému dosažení cíle. Mezi volní vlastnosti, které ovlivňují výkon, patří houževnatost, cílevědomost, vytrvalost, rozhodnost, smělost, iniciativa, samostatnost, sebeovládání a odolnost vůči monotónnosti. Volní vlastnosti jedince mohou ovlivnit vnější faktory (těžký terén, déšť, chlad) a proto je důležité občas trénovat v nepohodlí a ve ztížených podmínkách. Takto zaměřený tréninkový proces

vede k úspěšnému zapojení volného úsilí ve všech obtížných a mezních situacích (Bunc, 2005).

Motivace

Poměrně těžkým úkolem trenéra u svých atletických svěřenců je na začátku každé nově začaté sezóny hledat vhodnou motivaci pro trénink a závod. Zásadní otázkou pro každého atleta je, z jakého důvodu podstupuje tréninky, závody a proč chce i nadále tuto činnosti vykonávat. Trenér může zvolit jakoukoliv formu motivace, důležité je, aby dosáhl cíle a dostatečné motivace u svých svěřenců. Pozor si však musí dát na extra silný motiv, který by mohl zapříčinit rozpad motivační struktury a tím pádem i ztrátu zájmu o běhání. Motivace zahrnuje vnější podněty a vnitřní motivy, bez kterých dlouhodobě nelze vykonávat běžeckou disciplínu. Motivaci dělíme na tréninkovou a soutěžní. V oboru psychologie sportu je považována za problémovou právě tréninková motivace, během které si atlet musí zvykat na denní tréninkový režim s vysokou zátěží, který občas může způsobovat nepohodu atleta. Soutěžní motivace nastává během závodu a je složena z nezávislých motivů, které dokážou atleta natolik vybudit, že podá své nejlepší soutěžní výkony. Zde hraje velký vliv přímého umístění. Stálost motivace je důležitým znakem dobrých běžců. Pokud se motivace atletů omezí nebo dokonce vytratí, nastává situace, kdy sportovní výkon a výsledky atletů v závodech nejsou stoprocentní (Kučera & Truksa, 2000).

Psychická odolnost

Psychická odolnost je souhrn dispozic udržet si optimální psychologický stav, který slouží jako schopnost odolávat těžké psychické i fyzické zátěži během tréninku a závodu. Rozeznáváme tři typy odolnosti. Prvním typem je odolnost vrozená, druhým typem je odolnost všeobecná - získaná a posledním třetím typem je odolnost specifická - získaná, která vzniká v důsledku zvykání si na stresové podmínky (např. porážky) (Písařík & Liška, 1989).

Psychická forma

Psychická forma je aktuální psychologický stav jedince, který vysoce ovlivňuje aktuální výkon atleta. Adaptace aktuálního psychologického stavu lze trénovat v přípravné fázi tréninku. Tato činnost by měla být plánovaná, pravidelná, promyšlená a měla by být zaměřena na samostatném rozhodování závodníka během tréninkových postupů.

Závodník se tím učí překonávat strach a únavu. Samozřejmě může nastat situace během závodu, kdy jedinec bude ve špatném psychickém rozpoložení vlivem vnějších nebo vnitřních faktorů a jeho výkon nebude úplně prvotřídní (Bunc, 2005).

Předstartovní stav

Předstartovní stav je často doprovázen pocitem úzkosti a nepříjemnou tenzí. Jedná se o soubor psychických pocitů těsně před startem závodů a odráží fyziologickou připravenost organismu na zátěž. Nadměrné vystupňování předstartovních stavů může být nežádoucí. Předstartovní napětí u jedinců nelze úplně odstranit, pouze upravit tak, aby bylo optimální. Psychologie sportu zahrnuje dlouhodobé a krátkodobé předstartovní stavy. Dlouhodobé předstartovní stavy začínají momentem, kdy se atlet dozví termín závodu, ve kterém má startovat, až do doby, než se samotný start závodu uskuteční. Během této doby se předstartovní stav jedince mění. Krátkodobý předstartovní stav začíná ukončením přípravy na závod (rozcvičení před závodem). Důležitým článkem je úroveň aktivace. Výkon roste s úrovní aktivace. V momentě, kdy je úroveň aktivace až moc vysoká, se výkon začne prudce snižovat. Startovní stav zahrnuje tři typy. Prvním typem je stav nadměrné aktivace, neboli takzvané startovní horečky, která se projevuje nervozitou, podrážděním, roztržitostí, spěchem, křečovitostí, diskoordinací a svalovým třesem. Druhým typem je stav nízké aktivace neboli apatie, která se vyskytuje u závodníků s prvopočáteční vysokou aktivací, která poté přechází v útlumovou reakci. Tento typ je charakteristický pro příliš vzrušivé závodníky. Posledním typem je stav optimální zvýšené aktivace, který je pro závod nejpříznivější. Tento stav zahrnuje bojovnou náladu a zdravě lehké vnitřní napětí (Vacula, 1983).

Stres

Stres je zvláštní stav organismu, který je vyvolaný působením velice silných podnětů, které působí při mimořádných situacích. Příčinou stresu jsou primárně tzv. stresory - což jsou vlivy nejrůznějšího charakteru, působící na lidský organismus. Vyrovnávání se stresem je každodenní náplní trenérů a jejich adaptace je hlavním principem sportovního tréninku (Vilikus, Brandejský, & Novotný, 2004).

2.1.2 *Motorické složky výkonu*

Mezi motorické složky výkonu řadíme rozvoj všeobecných schopností, rozvoj speciálních schopností a rozvoj techniky běhu. Schopnost je definována jako vnitřní předpoklad lidského organismu k osvojení určité pohybové činnosti. Rozeznáváme všeobecné schopnosti, které se projevují v různých pohybových činnostech a schopnosti speciální, které se úzce váží na pohybovou dovednost a jsou předpokladem pro určitou disciplínu. V celém tréninkovém procesu, jak ročním cyklu tak i v několikaletém cyklu rozvoje, bychom si měli uvědomit, že všeobecný rozvoj schopností předchází rozvoji speciálních schopností. Předpoklad pro kvalitní rozvoj speciálních schopností u jednotlivých atletů je absolvování všeobecné atletické přípravy a až poté se zaměří na konkrétní disciplínu a její specializaci (Perič, 2010).

Silové schopnosti

Silové schopnosti definujeme jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor za pomoci svalové kontrakce. V rámci silových schopností rozlišujeme sílu statickou a dynamickou. Dynamická síla je v běžeckém pohybu nejvýznamnější a během jejího rozvoje zapojuje atlet všechny skupiny svalů. Všeobecný rozvoj silových schopností je u atletů základní stavební jednotkou pro harmonický rozvoj dalších pohybových schopností (Dovalil et al., 2005).

Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnost je schopnost vykonávat určitou činnost, popřípadě překonávat určitou vzdálenost za co nejkratší čas. Všeobecný rozvoj rychlostních schopností tvoří opět základní stavební jednotku pro rozvoj ostatních pohybových schopností. Často zmiňovaným tématem je, do jaké míry jsou rychlostní schopnosti vrozené a do jaké míry se dají ovlivnit tréninkem. Mezi vrozené rychlostní komponenty řadíme podíl zastoupených rychlostních svalových vláken, stavbu těla a psychomotorické tempo. Tyto komponenty tvoří pouze předpoklad pro další úroveň rozvoje všeobecných a specializovaných rychlostních schopností. Důležitou roli sehrává období a nástup přípravy pro rozvoj rychlostních schopností u sportovců, se kterým se začíná velice pozdě. Optimální období pro trénink atletů je mezi 8. - 12. rokem jedince. Období puberty je hraniční, kdy končí možnost využít a dále ovlivňovat potenciální rychlostní schopnosti jedince (Perič, 2010).

V rámci tréninkového cyklu je nesmírně důležité trénovat u atletů rychlost po celý rok. Rychlost především slouží k rozvoji speciálního tempa a posiluje několik složek vytrvalosti. Úroveň rychlostních schopností jsou dosti ovlivnitelné tréninkem, ale z velké části závisejí na dynamické síle jednotlivých svalových skupin, pružnosti, ohebnosti a nervosvalové koordinaci (Perič, 2010).

Vytrvalostní schopnosti a jejich rozvoj

Vytrvalostní schopnost je soubor předpokladů vykonávat určitou činnost, cvičení a odolávat tak únavě, aniž by došlo k poklesu výkonnosti. V teorii tréninku vytrvalost dělíme podle doby trvání výkonu:

- ✓ Střednědobá vytrvalost (2 – 11 min.) - LA + O₂ systém
- ✓ Dlouhodobá vytrvalost a) 11 – 30 min - O₂ systém
b) 30 – 90 min
c) nad 90 min
- ✓ Rychlostní vytrvalost (do 20. sec) - ATP + CP systém
- ✓ Krátkodobá vytrvalost (20 s. – 2 min) - LA systém

Podrobněji se zaměříme na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou vytrvalost, která hraje významnou roli při bězích na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Při krátkodobé vytrvalosti je energetický výdej zajišťován anaerobními procesy, krytí střednědobé vytrvalosti je zajištěno anaerobními a aerobními procesy. Při dlouhodobé vytrvalosti je energetický výdej zajišťován aerobním dodáním energie. Vzájemný poměr aerobních a anaerobních procesů se mění v závislosti na intenzitě práce. Na základě posouzení intenzity práce vyčleňujeme skupiny střední intenzity (výkon nad 35 min), submaximální intenzity (výkon trvající 5 – 10 min) a maximální intenzity (kratší než 2 min) (Perič, 2010).

Fyziologické změny při vytrvalostních bězích

Energetická přeměna uskutečněná svalovou prací musí proběhnout za přítomnosti kyslíku a živin, které jsou dodány díky oběhovému a dýchacímu systému jedince. Teplo a odpadní látky, které vznikají svalovou prací, jsou odváděny též cévní soustavou a dýchací soustavou a zajišťují mimo jiné i ochlazování organismu jedince. Proto intenzita metabolismu atletů úzce souvisí s intenzitou svalové práce. Čím větší je intenzita svalové práce, tím je větší intenzita metabolismu a tím větší množství

kyslíku svaly potřebují pro svoji práci. Zásoby kyslíku v lidském těle nejsou omezené, a proto při určité intenzitě metabolických procesů dodávky kyslíku nestačí a organismus je nucen zapojit do energetické přeměny anaerobní procesy. Při výkonu střednědobé vytrvalosti (2 – 11 min) je dodávka kyslíku maximální a zároveň se zapojují i anaerobní procesy. Podíl anaerobních procesů na celkové dodávce energie při dlouhodobé vytrvalosti klesá, v závislosti na trvání běhu (Dovalil et al., 2005).

Limitujícím faktorem výkonnosti, při bězích na dlouhé a střední tratě, je úroveň schopnosti dodávat kyslík svalům a jeho následné využití. Tato schopnost je pouze předpokladem pro vysokou výkonnost a je vyjádřena maximální spotřebou kyslíku VO_{2max} (udávána v ml na kg). Hodnota VO_{2max} se pohybuje u špičkových vytrvalců kolem 80 ml O_2 na kg u mužů a 70 ml O_2 na kg u žen. Faktor, který může ovlivnit maximální spotřebu kyslíku je například podíl jednotlivých svalových vláken. Hodnoty u běžců na 800 m jsou o něco nižší (75 u mužů a 65 u žen), protože mají ve svém těle větší podíl rychlých svalových vláken než běžci na delší trať. Enzymatické složení rychlých svalových vláken podmiňuje hodnoty VO_{2max} . Dalším ovlivňujícím faktorem je také jakási účinnost využití aerobního systému neboli procento využití VO_{2max} při různých tempových frekvencích tak, aniž by došlo ke změně vnitřního prostředí. Pokud dochází ke změně vnitřního prostředí, tak se začne ve svalech hromadit laktát a dochází k zakyselení organismu. Organismus běžců na střední a dlouhé tratě má schopnost tolerovat tak velké změny, aniž by došlo k narušení vnitřního prostředí. Obecně lze říci, že čím je sportovec trénovanější, tím větší je jeho anaerobní kapacita. Anaerobní kapacita je podíl anaerobních glykolytických procesů na energetickém krytí běžeckého výkonu (Kohoutek, 1987).

Maximální spotřeba kyslíků je poměrně stálá charakteristika, která ukazuje výkonnost vytrvalostních schopností u sportovců. Působením tréninku lze ovlivnit maximální spotřebu kyslíku u sportovců. Záleží na výchozí úrovni sportovce, na tréninkových metodách. Poslední dobou je toto téma velice ožehavé a diskutabilní, protože jen těžko oddělíme vrozené vytrvalostní schopnosti od těch získaných. Poslední výzkumy ukazují, že lidský organismus podléhající dlouhodobému, vytrvalostnímu tréninku, mění své struktury a přizpůsobuje se zátěži. Vytrvalostní trénink pozitivně ovlivňuje a zvětšuje možnosti celého oběhového systému

a to konkrétně tím, že dochází ke zvětšení systolického srdečního objemu, k větší kontraktilitě myokardu a k poklesu klidové i zátěžové srdeční frekvence. Vytrvalost dále ovlivňuje i počet a šířku kapilár v kosterních svalech. Trénovanější vytrvalci mají větší počet kapilár na jedno svalové vlákno, tím pádem se snižuje odpor při průtoku krve svalem. Dále zajišťuje lepší dodávku kyslíku a živin ke svalu a následný odvod oxidu uhličitého a nepotřebných zplodin ze svalů pryč. Pozitivní vliv mají vytrvalostní schopnosti i na dýchací soustavu, kdy sportovci mají větší oběh plazmy v plicích, což vede ke zlepšení celkové ventilace plic. Obecně můžeme říci, že čím vyšší je maximální spotřeba kyslíku, tím větší je rychlost běhu, kterou je běžec dlouhodobě schopen vyvinout a veškerá práce je z aerobního hrazení (Máček & Máčková, 1995).

Důležitý pojem pro všechny atlety je tzv. anaerobní práh. Anaerobní práh je okamžik, kdy veškerá energie vykonané práce je zajištěna anaerobními mechanismy. Trénink podstatně zvyšuje anaerobní práh, u trénovaných jedinců se anaerobní práh posunuje až na 70 % VO_2max , u netrénovaných je na úrovni 50 % VO_2max . Vytrvalostním tréninkem se také zvyšuje tzv. anaerobní kapacita, která zlepšuje i využitelnost VO_2max (Máček & Máčková, 1995).

Rozvoj pohyblivosti a obratnosti

Pohyblivost je schopnost, pomocí které můžeme daný pohyb vykonávat ve velkém kloubním a svalovém rozsahu. Rozeznáváme aktivní a pasivní pohyblivost. Jejich význam v běžeckých disciplínách je podstatný. Aktivní pohyblivost je dána kontrakcí svalu či svalových skupin. Za pasivní pohyblivost považujeme rozsah pohybu v kloubech, které jsou zároveň i limitujícími faktory pro rozvoj běžeckých dovedností. Rozsah kloubů souvisí i s technikou běhu. Malý rozsah kloubů snižuje účinnost běhu a příliš velká pohyblivost může způsobit chyby v technice běhu, popřípadě hrozí nebezpečí zranění (Dovalil et al., 2005).

Obratnost je skupina schopností, pomocí kterých sportovec lehce koordinuje své vlastní pohyby. Díky obratnostním schopnostem sportovec provádí složité pohybové úkony, které je schopen přizpůsobit měnícím se podmínkám a dále je schopen rychle se naučit nové pohybové dovednosti. Obratnost není rozhodujícím faktorem, který by ovlivnil běžecké disciplíny, i přesto má svůj význam. Obratnost hraje důležitý předpoklad pro další rozvoj specializovaných schopností. Pokud došlo k zanedbání

rozvoje obratnostních schopností v mládí (6. – 8. rokem), může se stát limitujícím faktorem v oblasti pohyblivosti a nácviku správně a účelně provedené techniky (Písařík & Liška, 1985).

2.1.3 *Technika běhu*

Technika běhu je jeden z podstatných faktorů ovlivňující výkonnost běžeckých disciplín vysoké úrovně. Cílem každého sportovce je vynaložit co nejmenší energii na udržení rychlosti běhu tak, aby jeho pohyb byl co nejekonomičtější. Kritéria ekonomiky běhu jsou pohybové znaky metabolismu, které jsou ovlivněny individuální tělesnou stavbou každého běžce. V poslední době i vědecké studie potvrdily fakt, že výkonnost běžců podstatně ovlivňuje i technika běhu. Konkrétním příkladem může být technika běhu u atletů na trati 1 500 m. Pokud nastane chyba při umístění odrazové nohy při zahájení oporové fáze, dojde tím tak ke zvýšení energetických nároků a horizontální rychlost běžce se sníží. Dalším indikátorem pro ekonomický běh je kapacita nemetabolické energie uchovaná ve stažených svalch atleta. Pohyb bude co nejvíce ekonomický v případě, že bude využita v celkovém energetickém výdeji vysoká dávka nemetabolické energie na místo metabolické energie. Optimální techniku běhu sportovec nenatrénuje pouze běháním. Veškerá problematika závisí na faktoru objemu tréninku, efektivní zpětné vazbě, tréninkových podmínkách (povrch, trať, obuv), schopnosti trenéra rozvíjet techniku běhu a slabin svalového kosterního aparátu. Efektivita techniky běhu je založena na úrovni fyzického rozvoje atleta, na tělesné stavbě, na jeho výkonnosti a na jeho dosaženém výsledku. Vnějšími faktory, který svým negativním působením ovlivňuje techniku i samotný běh a následně i závodní výsledky atletů, může být například počasí. Počasí je aktuální stav podnebí, který nastává v určitých závodních situacích a významně může ovlivnit sportovní výkon atletů. Příkladem meteorologických charakteristik počasí může být rychlost a směr větru, déšť či jiná forma srážek, příliš velké nebo nízké teploty, příliš velké sluneční záření, vlhkost vzduchu a tlak vzduchu (Kučera & Truksa, 2000).

2.1.4 Taktika běhu

Taktika je strategický způsob vykonaného pohybu, během kterého se využívá co možná nejlepšího optimálního řešení všech sportovních úkonů. Veškeré taktické a strategické projevy směřující k dosažení nejlepšího výkonu jsou v souladu s pravidly. Základem taktických procesů je myšlení spolu s vědomostmi a intelektovými schopnostmi. Mezi další neméně podstatné komponenty patří znalost pravidel určité sportovní disciplíny, základní postupy a principy, znalost předností a slabin soupeře a znalost vlastních možností a předpokladů. Taktika je jedním z vnitřních faktorů ovlivňující sportovní výkon. Rozeznáváme dva typy taktik - taktika v tréninku a taktiku v závodě. Klíčovou roli však taktika sehrává především v závodě, kde významně ovlivňuje sportovní výkon atletů. Základní charakteristikou celé taktiky je tempo běhu. Obecně platí, že čím je běžecká trať delší, tím vliv a význam tempové taktiky na celkový výkon klesá. Neoptimálnější a nejvýznamnější postavení taktiky je u atletů v běžích na kratší tratě, jako například běh na 800 m. Jejich výsledný čas je zcela závislý na taktice a změně tempa v cílové rovině. Někteří atleti se specializují na poslední úsek závodu, kde zrychlí na maximum, tím se dokážou vyvést ze skupiny a překonají tak soupeře svým drtivým finišem. Pro vytrvalostní běžce je taktika chápána jako dodržování stálého běžeckého tempa pro optimální výkon. Pro vytrvalce je charakteristické rovnoměrné tempo, které se ale v rámci taktiky také může změnit. Pokud chtějí vytrvalostní běžci překvapit soupeře svým zrychlením v koncové části závodu a zajistit si tak lepší umístění, musí se snažit o přesun a změnu pořadí ve skupině a zajistit si tak výhodnější pozici v čele závodu. S tímto odhodláním pro finiš musí ale začít minimálně 400 m před cílem (KP - design, 2003).

Nedílnou součástí taktiky je také fakt, že každý atlet podává různý výkon v závislosti na typu a důležitosti závodů. Ve většině případů se každý atlet snaží v závodě vše dokonale přizpůsobit tak, aby jeho taktika byla co nejefektivnější a mohl podat nejlepší výkon. Jiné využití taktiky nastává ve specifických případech, kdy atleti svoji taktiku podrobí, přizpůsobí a využijí natolik, že negativně ovlivní svůj sportovní výkon. Takovým situacím, které jsou aplikované v závodě, se říká taktické závody a konkrétně mohou nastat ve chvíli, kdy se běžec během jednoho dne zúčastní dvou po sobě jdoucích závodů. Jeden z nich je pro atleta určující a snaží se tak podat

co nejlepší výkon. Druhý z nich slouží pouze pro splnění účasti v závodě a není pro něj prioritou. Nesnaží se podat nejlepší výkon a překonat tak svůj osobní rekord na trati, ale stačí jim pouze optimální čas, který je dostačující pro umístění v mistrovském závodě. Je zřejmé, že při závodě atleti ne vždy podají stoprocentní výkon a to z toho důvodu, že taktika je jedním z významných faktorů ovlivňující sportovní výkon a jejich následné výsledky v závodě. Zkrátka atleti podávají jiné výkony v běhu na umístění v mistrovských závodech a jiné v pokusu o osobní či traťový rekord. Mezi další taktické charakteristiky kromě dobře zvoleného tempa patří i prohlídka a znalost trati (Kučera & Truksa, 2000).

2.1.5 Ekonomika běhu

Významným determinantem, který z velké části ovlivňuje výkon atletů, je ekonomika vykonávaného pohybu. Ekonomika běhu a správný běžecký způsob atleta může být stejně tak důležitým předpokladem jako genetické predispozice pro velkou aerobní kapacitu. Slovo ekonomika můžeme nahradit synonymem efektivita, tudíž zkoumáme z jak velké části je vykonávaný pohyb efektivní či ekonomický. Jednoduše řečeno, nejvíce perspektivní běh je ten, při kterém dotyčný atlet vykoná běh bez zbytečných pohybů navíc a zbytečně nespotřebuje energii tam, kde to nepotřebuje. Je zcela zřejmé, že atlet, který běží efektivněji, bude na trati rychlejší než atlet, který neumí své pohyby efektivně zkoordinovat. Potom hovoříme o pohybu neekonomickém. Z odborného hlediska se ekonomika běhu označuje jako množství spotřebovaného kyslíku při běhu. Atleti, s dobrou běžeckou technikou, mohou využít na jeden krok méně svalových kontrakcí než ti atleti, kteří mají horší běžeckou techniku. Atleti při vykonaném pohybu na dané vzdálenosti s menším počtem svalových kontrakcí spotřebují menší množství kyslíku a tím pádem je jejich pohyb ekonomický. Z tohoto důvodu mohou být výsledky z testování u jednotlivých atletů zkreslené, protože testování atletů probíhá za pomoci bicyklového ergometru a ne běhátko. Proto zde vliv ekonomiky běhu je téměř nulový (Reigrová et al., 2006).

Ekonomiku běžce stanovíme podle množství kyslíku, který atlet spotřebuje při různých rychlostech. Pokud je efektivita běhu na vysoké úrovni, tím dokáže vyvinout menší úsilí pro překonání daného traťového úseku. Závěrem můžeme říci,

že jeho běh je rychlejší a může tak dosáhnout lepších časů. Ekonomiku běhu ovlivňuje několik podstatných faktorů, jakými jsou typy svalových vláken, zkrácení svalů, ochabnutí svalů a svalová indispozice po zranění (Vindušková et al., 2003).

2.1.6 Predikce a testování výkonu

Výkonnost lze u sledovaných atletů predikovat na základě provedeného měření, ve kterém porovnáme jednotlivé naměřené hodnoty. Vypovídající hodnota celého měření závisí na objektivnosti, validitě a reliabilitě daného testu. Dalšími faktory, které mohou ovlivnit platnost testování, jsou vnější podmínky a aktuální stav sledovaného probanda. Záleží na tom, v jakém prostředí se sledovaný atlet nachází a jak se chová před i během testování. Výkonnost atletů můžeme měřit za pomoci laboratorních nebo terénních testů. Laboratorní testy probíhají ve specializované laboratoři za pomoci přístrojů (bicyklový ergometr, běhátko). Výsledky získané laboratorním měřením můžeme porovnávat u jednotlivých sportovců mezi sebou a zároveň můžeme zaznamenat a sledovat více parametrů najednou. Výhodou laboratorních testů je, že každý proband má zajištěné stejné podmínky pro absolvování testu. Laboratorní testy se od terénních liší, tím, že ne všechny testy jsou specifické pro danou sportovní disciplínu a výsledné hodnoty tak nemusí být stoprocentně platné. Pozitivem terénních testů je jejich finanční nenáročnost, přirozené prostředí a ušetřený čas při průběhu testu. Terénní testy nám umožňují měřit více osob najednou. Problémem u terénních testů je spolehlivost celého měření. V terénních podmínkách nelze dosáhnout při měření dostatečné reliability a získané hodnoty jsou pouze orientační. Klasifikace testů může být různá dle několika hledisek. Příkladem laboratorních testů může být Wingate test, test spiroergometrie, spirometrie a apod. Mezi terénní testy řadíme například Cooperův test nebo Conconiho test. Smyslem každé sportovní disciplíny je stanovit vhodný test, který by určil a otestoval specifické parametry pro daný sport a na základě měřitelných hodnot stanovil jejich výkon (Máček & Máčková, 1995).

2.2 Tělesné složení sportovce

Systém technik a metod, které měří složení těla sportovců, jsou standardizované a zaručují srovnatelnost jednotlivých parametrů mezi sportovci. V posledních letech sledované parametry ovlivňuje vysokou měrou kvalitní výživa, zdravý životní styl a duševní zdraví. Tyto parametry jsou důležité pro vyvíjející se či stárnoucí organismus, pro pediatrii, ergonomii a hlavně pro tělovýchovné lékařství (Bužga, Herodes, Zavadilová, & Rydlo, 2007).

Laboratorním měřením můžeme zjistit poměr zastoupení tukové a svalové složky, ovšem nezjistíme přesný poměr mezi jednotlivými typy svalových vláken. Vyšetření pro přesné určení zastoupení jednotlivých svalových typů vláken se provádí bioptickým odběrem přímo z musculus vastus lateralis (stehenní povázka). Tento sval je jednou částí z musculus quadriceps femoris (čtyřhlavý sval stehenní) a konkrétně obaluje vnější stranu femuru. Toto komplikované vyšetření není běžné a doporučuje se provádět pouze jednou za život a jen u vysoce talentovaných sportovců. Tato metoda současně umožňuje posoudit i enzymatické vybavení svalových vláken, na základě kterých může trenér vhodně zvolit správné metody pro trénink atleta. Rozeznáváme tři typy svalových vláken. Prvním typem jsou vlákna rychlá neboli glykolytická (FG), druhým typem jsou vlákna rychlá oxidativní glykolytická (FOG) a poslední typem pomalá oxidativní svalová vlákna (SO). Jak můžeme vidět v tabulce, ideální zastoupení svalových typů vláken by mělo být u běžců specializujících se na různé distance rozdílné (Vilikus et al., 2004).

Tabulka č. 1 – Optimální % zastoupení jednotlivých typů svalových vláken pro běžecké disciplíny

	ZASTOUPENÍ SKUPIN SVALOVÝCH VLÁKEN v %		
DISCIPLÍNA	FG	FOG	SO
800 m	15-20	40-45	40
1 500 m	8	33	58
5 000 m	5	25	70

(Kučera & Truksa, 2000).

Měření tělesného složení těla sportovců lze provést několika způsoby. Rozložení a množství tělesného tuku lze měřit kaliperační metodou, nebo trochu vývojově pokročilejšími metodami, kterými jsou hydrometrie, sonografie, biochemické metody, biofyzikální metody a bioelektrická impedance (BIA). Velice dokonalým přístrojem pro celkové složení těla je speciální váha Tanita 400 BC 418 MA, která využívá metodu bioelektrické impedance (Vilikus et al., 2004).

Metoda BIA vznikla v roce 1960 a měří složení těla na principu stanovení odporu těla při průchodu střídavého elektrického proudu o nízké a vysoké frekvenci. Jednoduše řečeno, proud prochází tekutinami svalové hmoty, ale při průchodu tukovou hmotou se zastavuje a setkává se s odporem, protože tuk má nulovou vodivost. Tato metoda je závislá na hydrataci organismu (zavodnění = množství kapalin v netukových tkáních), tudíž může být nepřesná v případě, kdy měření ovlivní nedodržení standardních podmínek, což může být měření po jídle, po koupeli, po fyzické zátěži a po zvýšené konzumaci alkoholu. Primární údaj, který nám poskytne váha Tanita, která pracuje na bázi bioelektrické impedance, je celková hmotnost jedince v kilogramech. Hlavním cílem je ale změřit a stanovit u vyšetřované osoby celkový tuk a podíl svalové hmoty v těle. Celkový tuk je souhrnné označení pro tuk podkožní a viscerální. Dále dokáže tato metoda rozdělit celé tělo na jednotlivé segmenty podle množství tělesného tuku na horních končetinách, dolních končetinách a na trupu. Dalším úkolem BIA je stanovit množství vody v těle. Hydratace organismu je částečně ovlivněna dvěma předchozími parametry (celkový tuk a svalová hmota), protože větší obsah vody v těle mají osoby s vyšším procentuálním zastoupením svalové hmoty a menším procentuálním zastoupením tělesného tuku. Průměrné procento tělesné vody ve složení těla u mužů bývá 50 – 65 % a u žen 45 – 60 %. Posledním údajem, který můžeme zjistit pomocí BIA, je stanovení Body Mass Indexu (BMI). Body Mass Index vyjadřuje podíl váhy jedince v kilogramech a výšky v metrech na druhou a slouží jako ukazatel hodnocení váhy konkrétních osob. Tento ukazatel vyhodnotí, zda konkrétní sledovaná osoba má nadváhu, nebo zda je obézní či podvyživená. V praxi je bohužel BMI v některých případech sportovců nepřesný a mylný, jelikož nedokáže stanovit rozdíl hmotnosti tuku a svalů. Svalová hmota má větší hmotnost než tuk, tím pádem může u sportovců dojít

k nárůstu BMI, a tak nesprávnému zařazení do stanovených tabulek (Bužga et al., 2007).

2.3 Spirometrie

Spirometrie je funkční vyšetření plic, které měří celkový objem (vdechovaného a vydechovaného) vzduchu za určitý čas, a měří se pomocí spirometru (Chlumský, Fišerová, Satinská, & Zindr, 2006).

Podle Bartůňkové (2010) spirometrie měří klidové (statické) nebo dynamické objemové hodnoty.

Mezi klidové (statické) objemy patří:

- ✓ Dechový objem (V_T)
 - objem jednoho vdechu (0,5 l)
 - zahrnuje tzv. mrtvý dýchací prostor (150 až 200 ml)
 - = objem vzduchu v alveolách, není schopný výměny
- ✓ Rezervní expirační objem (ERV)
 - usilovný výdech vzduchu po normálním výdechu (1,7 l)
- ✓ Rezervní inspirační objem (IRV)
 - usilovný vdech vzduchu po normálním nádechu (3 l)
- ✓ Reziduální objem (RV)
 - vzduch, který zůstává v plicích i po maximálním výdechu (1,3 l)
 - plíce nejsme schopni úplně vyprázdnit

Na základě již zmiňovaných objemů se mohou stanovit určité kapacity:

- ✓ Vitální kapacita plic (VC)
 - součet dechového objemu inspiračního a expiračního rezervního objemu
 - maximální výdech po předchozím maximálním nádechu
 - $VC = V_T + IRV + ERV$
 - dlouhodobé zatížení mírné intenzity zvyšuje vitální kapacitu plic
 - dlouhodobé zatížení snižuje a může klesnout až na 60 % své klidové hodnoty
 - muži 4,5 – 5 l, ženy 4 – 4 l; trénovaní muži 6 – 8 l, trénované ženy 4 – 4,5 l

- ✓ Celková plicní kapacita (TLC)
 - součet vitální kapacity plic a reziduálního objemu
 - $TLC = VC + RV = IRV + V_T + ERV + RV$
- ✓ Funkční reziduální kapacita (FRC)
 - objem vzduchu v plicích po volném výdechu
 - $FRC = ERV + RV$

Mezi dynamické objemy patří:

- ✓ Minutová ventilace plic (V_E)
 - objem vdechovaného vzduchu vynásobený počtem nádechů za 1 minutu
 - závislá na vykonaném úsilí
 - čím kratší je vykonané úsilí, tím je minutová ventilace nižší
 - mění se v závislosti množství kyslíku, který se musí dopravit do těla jedince a naopak množství oxidu uhličitého, které musí z těla ven
 - běžná populace 100 l/1 min
 - trénovaní jedinci 150 l/1 min

2.4 Spiroergometrie

Spiroergometrie je zátěžový test, který se realizuje v laboratorních podmínkách a diagnostikuje kardiopulmonální zdatnost organismu. Tento test se provádí za pomoci bicyklového ergometru nebo běhacího pásu, kdy cílem testované osoby je vykonání stupňované zátěže do maxima. Hlavním předmětem měření je stanovení kardiopulmonálních funkcí v době zátěže. Toho se využívá především pro stanovení maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max}). Spotřeba kyslíku během zátěže je jedno z kritérií pro určení aerobního výkonu a zároveň i aerobní kapacity plic. Nejčastěji sledovaným parametrem během měření je právě spotřeba kyslíku (VO_{2max}), kterou je lidské tělo schopno dodat ke tkáním a zajistit tím tak další existenci člověka. Velká spotřeba kyslíku s vysokou hodnotou VO_{2max} jsou hlavním kritériem pro rozvoj vytrvalostních dovedností v dané disciplíně. Hodnota spotřeby kyslíku je z 80 % dána geneticky a je závislá na velikosti plic, na velikosti alveol, velikosti srdce,

velikosti styčných ploch mezi vlásčnicemi a množstvím červených krvinek. Maximální hodnoty $VO_2\max$ dosahují jedinci mezi 20. až 25. rokem života. Jednotlivé hodnoty $VO_2\max$ se liší u trénovaných a netrénovaných osob a také u mužů a žen. Hlavní příčinou je, že ženy mají méně svalové hmoty než muži, proto mají menší hodnoty $VO_2\max$ (Kohoutek, 1987).

2.5 Wingate test

Hlavním cílem tohoto testu je zjištění anaerobních předpokladů dětí a mládeže pro jednotlivé disciplíny. Wingate test byl poprvé vyzkoušen v Izraeli v roce 1974. V pozdějších letech se Wingate test modifikoval, hlavně co se týče vyššího zatížení, i pro sportovce různého zaměření. Nejmarkantnější rozšíření testu v celosvětovém měřítku proběhlo v 80. let 20. století (Davies, 2010).

Wingate test můžeme provádět dvěma způsoby za pomoci několika přístrojů. Prvním způsobem je jízda na bicyklovém ergometru, díky kterému můžeme naměřit hodnoty pro práci dolních končetin. Druhým způsobem, jak lze provádět Wingate test, je ten, že využijeme přístroj klikového ergometru, který hodnotí práci horních končetin. Důležitým faktem je, že zátěž na bicyklovém ergometru se méně podobá běžeckému výkonu, a výsledky tím pádem neposkytují nejlepší obraz anaerobních běžeckých schopností (Bartůňková et al., 2013).

Testovaný jedinec provádí zkoušku Wingate testu pouze 30 – 40 sekund, během kterých se snaží překonávat odpor svým maximálním úsilím. Na samém začátku testování se určí výkon podle otáček odporu, které se nastaví podle hmotnosti testovaného jedince. Konstantní hodnota odporu je 7,5 N/kg. U většiny osob je optimální frekvencí 100 otáček za 1 minutu. Při takovéto frekvenci je většina lidí schopna vykonávat co největší výkon, který je doprovázen štěpením kreatinfosfátu a anaerobní glykolýzou. Maximálního výkonu jedinci dosahují v prvním pětisekundovém intervalu. V průběhu a ke konci testu se zpravidla výkon postupně snižuje. Průměrný výkon z celého 30 – 40 sekundového zatížení vypovídá o anaerobní kapacitě. Index únavy se zjistí vypočítáním procentuálního podílu poklesu výkonu testovaného jedince. Wingate test poukazuje na podíl aktivace rychlých,

respektive pomalých svalových vláken a vypovídá tedy i o jejich poměrovém zastoupení ve svalech. Jedinci, kteří mají rychlý výbušný start s velkým poklesem výkonnosti, budou mít v těle větší poměr bílých svalových vláken než jedinci s pozvolným začátkem a menším poklesem výkonnosti (Bartůňková et al., 2013).

Prvním krokem pro úspěšné absolvování Wingate testu je rozcvičení jedince. Jako první se testovaný jedinec musí zahřát, protáhnout a uklidnit. Před touto zátěží by testovaná osoba měla pozřít poslední jídlo s odstupem 2 – 3 hodin. Příjem tekutin testované osoby může být bez omezení, ale neměl by být nadbytečný. Výsledek Wingate testu může ovlivnit i nedostatečná regenerace, která je výsledkem po předchozí nadměrné zátěži. Druhým krokem testovaného probanda je osvojení přístroje, na kterém se zkouška provádí. Poté testovaný proband vlez na přístroj a šlape nebo točí klikou ergometru ve volném tempu a po odstartování testu začne naplno sprintovat. Maximální anaerobní výkon jedince se vykonává se zátěží. Zátěž u mužů se pohybuje cca 10.14 W/kg (silový sportovci až 16 W/Kg) a u žen cca 10 - 14 W/Kg. Průměrný brzdny odpor činní 7,5 N/Kg. Po 30 sekundách test končí a následuje volné vyjetí. Podle potřeby lze odebrat kapka krve z ušního lalůčku testovaného jedince pro určení hladiny laktátu (Reigrová et al., 2006).

Aktuální výkon je součin rychlosti šlapání a brzdící síly. Změny výkonu v průběhu testu jsou vyhodnocované většinou počítačem přímo v jednotlivých otáčkách, které umožňují získat jednotlivé funkční parametry, které stanoví aerobní zdatnost jedince. Mezi tyto čtyři funkční parametry patří práce vykonaná za 30 s, průměrný výkon, nejvyšší dosažený výkon a index únavy. Index únavy udává poměr mezi nejnižším výkonem na konci testu a nejvyšším výkonem v průběhu testu. Maximální anaerobní výkon je charakterizován jako nejvyšší výkon v testu v libovolném, 5 vteřinovém intervalu. Jednotkou tohoto ukazatele jsou Watty na kg hmotnosti testovaného jedince (Davies, 2010).

Výsledkem testu je především stanovení anaerobní kapacity. Anaerobní kapacita jako průměrný výkon ve watech nebo jako veškerá vykonaná práce je součin průměrného výkonu a času v kilojoulech. Průměrné hodnoty u mužů jsou 260 - 350 J/Kg a u žen 190 - 280 J/Kg (Reigrová et al., 2006).

Doplňkovými ukazateli může být hodnota po zátěžové koncentrace laktátu a to z hlediska na přiměřenou či nepřiměřenou metabolickou odezvu na celkově

vykonanou práci během testu a také srdeční frekvence, která je nepřímým ukazatelem úsilí v průběhu testu (Davies, 2010).

3 Cíle práce, úkoly a hypotézy

3.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je stanovit vhodný test, který co nejpřesněji predikuje výkon v daných disciplínách. Toto zjištění jsme u jednotlivých atletů analyzovali z laboratorních výsledků a poté jsme je porovnali s výsledky ze závodních disciplín v běhu na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Testovaný soubor je složen ze sedmnácti atletů, kteří sportují na výkonnostní až vrcholové úrovni.

3.2 Úkoly práce

- ✓ Prostudování a zpracování odborné literatury, která se zaměřuje na téma práce
- ✓ Zpracování rešerše odborné literatury
- ✓ Prostudování a stanovení laboratorních testů, které se uplatní při testování
- ✓ Vyhledání a shromáždění dat, týkajících se výkonnostních výsledků atletů během závodů
- ✓ Testování jednotlivých atletů v laboratoři (tělesné složení těla, spirometrie, Wingate test, spiroergometrie)
- ✓ Zpracování jednotlivých výsledků do grafické podoby a jejich následné porovnání s výsledky výkonnosti atletů během závodů
- ✓ Závěrečné vyhodnocení výsledků

3.3 Hypotézy

Hypotéza 1:

Předpokládáme, že u jednotlivých atletů budou výsledky z laboratorního testu maximální spotřeby kyslíku významně korelovat s výsledky závodů na 1 500 m a 3 000 m.

Hypotéza 2:

Předpokládáme, že u jednotlivých atletů budou výsledky z Wingate testu významně korelovat s výsledky závodů na 800 m.

Hypotéza 3:

Předpokládáme, že výsledky Wingate testu budou mít významně větší vztah s výsledky běhů na 800 metrů než běhů na 1500 m a 3000 m.

Hypotéza 4:

Předpokládáme významně větší vztah výsledků v testu spiroergometrie v běhu na 3000 m než u běhů na 800 m a 1500 m.

4 Metodika

4.1 Výzkumný soubor

Výzkumný soubor, který se podrobil laboratornímu testování, byl záměrně vybrán. Celý soubor se skládal ze sedmnácti atletů. Všichni tito sportovci vykonávají atletickou disciplínu, kterou je běh na střední a dlouhé trati. Výkony sledovaných atletů se pohybují na hranici výkonnostní až vrcholové sportovní úrovně. Většina testovaných atletů spadá pod oddíl T. J. Sokol České Budějovice. Jejich tréninkovou činnost jsme mohli sledovat na základě tréninkových deníků, které jsme měli k dispozici. Testování probandi jsou věkově i pohlavně variabilní a to z toho důvodu, aby byl vzorek skupiny, co nejvíce reprezentativní. Soubor zahrnuje 6 chlapců a 11 dívek různých věkových kategorií, kteří se specializují na běhy středních a dlouhých tratí.

Všech sedmnáct atletů se pravidelně podrobovalo testování v laboratoři, které bylo zásadní pro zpracování bakalářské práce. Vybrané atlety jsme měřili ve specializované laboratoři, která je vybavená pro zkoumání fyziologických funkcí člověka. Tato místnost je součástí prostorů patřící pod Jihočeskou univerzitu v Českých Budějovicích a nachází se na půdě Pedagogické fakulty, Katedry tělesné výchovy a sportu. Veškerá analýza a zpracování laboratorních výsledků pochází z vlastního měření. Běžci se pravidelně za určitý časový úsek podrobovali celkem čtyřem typům měření. Na základě již zmiňovaných laboratorních testů je možno predikovat závodní výkonnost prostřednictvím fyziologických předpokladů. Každý předpoklad má jinou váhu, to má souvislost i se závodní disciplínou. Jednotlivé výsledky z laboratorního měření následně srovnáme s výsledky výkonů během závodů a tím získáme výsledné podklady pro prezentaci, které mohou posloužit trenérům jako důležité podklady pro jejich práci při trénování.

První měření bylo založeno na určení celkového složení těla. Druhé měření souviselo s určením vitální kapacity plic, která se určovala pomocí testu spirometrie. Na třetí a čtvrtý typ měření jsme aplikovali Wingate test a test spiroergometrie,

na které jsme použili bicyklový ergometr. Bicyklový ergometr imituje jízdu na kole, která není zrovna specifická pro testování běžců.

4.2 Měření

Laboratorní testování atletů proběhlo po vzájemné domluvě, kdy probandi navštívili specializovanou laboratoř na Katedře tělesné výchovy a sportu, Pedagogické fakulty, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Každý atlet se průběžně během několika let podroboval laboratornímu měření. Výsledky, které jsme použili pro zpracování bakalářské práce, byly shromážděny za poslední čtyři roky. Atlety jsme sledovali od srpna roku 2014 do dubna roku 2017. Všechny čtyři typy laboratorních měření jsme se snažili provést u každého atleta vždy během jednoho dne. Jen v ojedinělých případech máme mezi Wingate testem a spiroergometrií menší časový odstup od jednoho až do sedmi dnů. Za tuto prodlevu mohla zdravotní indispozice atleta, která však v samotném závěru při ověření dat z výzkumu měla irelevantní vliv na výsledky testů.

Základním a zároveň i prvním testováním atletů bylo zjištění jejich tělesného složení těla. Toto laboratorní měření jsme prováděli za pomoci specializované váhy Tanita 400 BC 418 MA. Abychom mohli začít s měřením, museli jsme napřed zjistit tělesnou výšku sportovce. Tělesnou výšku běžce jsme zjistili pomocí antropometru. Specializovaná váha Tanita 400 BC 418 MA je propojená s funkčním počítačem, který zpracovává veškeré naměřené hodnoty. Vstupní údaje o probandovi potřebné pro měření jsme zadali do počítače, jedná se o jméno atleta, pohlaví, datum, rok narození a tělesnou výšku (v cm). Poté jsme mohli začít se samotným testováním. V momentě, kdy se testovaný postavil na váhu, narovnal se, tak zároveň uchopil a pevně stiskl madla s elektrodami, které jsou nedílnou součástí váhy Tanita 400 BC 421 MA. Během pár vteřin přístroj naměřil odpor elektrického proudu v tkáních těla a výsledné hodnoty zpracoval na přístroj napojený počítač. Výsledné údaje zpracované do tabulky se po pár vteřinách objevily na obrazovce počítače.

V tuto chvíli test složení těla byl dokončen a testovaná osoba mohla sestoupit z laboratorní váhy.

Druhým laboratorním měřením testovaného probanda byla spirometrie, která se prováděla za pomoci spirometru, který je také propojen s počítačovou obrazovkou stejně jako váha Tanita 400 BC 418 MA. Testovaný proband vložil náustek spirometru do úst, pevně ho obemkl rty a mohl tak provést maximální nádech a maximální výdech. Počítač nám otestoval atleta a zároveň nám stanovil jeho vitální kapacitu plic. Vitální kapacita plic testovaného probanda se určila na základě jeho maximálního výdechu po předchozím maximálním nádechu. Veškeré naměřené hodnoty spolu s grafy, které vyjadřovaly dobu nádechu, se nám zpracovaly v počítači do formátu PDF.

Třetím laboratorním měřením byl Wingate test. Wingate test se prováděl za pomoci bicyklového ergometru, který byl opět napojen na stejný počítač jako váha Tanita 400 BC 418 MA a spirometr. Testovaná osoba po absolvování měření tělesného složení se oblékla, nasadila hrudní pás pro snímání srdeční frekvence a upravila si posed a madla na ergometru. Testování začalo pozvolným, pětiminutovým rozjetím na 60 otáčkách za minutu. Během této doby byl zkoumaný jedinec vyzván k dvěma rychlým nástupům, kdy svoji rychlost měl zvýšit na maximum a dosáhnout co nejrychleji až 120 otáček za minutu. Tato dvě zrychlení byla jedním z komponentů pro určení velikosti počátečního odporu. Počáteční odpor každého jedince je rozličný a zároveň důležitý pro následující 30 sekundový Wingate test. Tato prvopočáteční etapa Wingate testu nám posloužila primárně k určení a nastavení odporu testované osoby a zároveň k celkovému zahřátí těla sportovce. Hlavní část Wingate testu je časově dosti krátká a trvala pouze 30 sekund. Testovaný jedinec po celou dobu již zmiňovaného časového úseku musel s co největším nasazením vyvinout svoje maximální úsilí (co nejvíce otáček za minutu) a překonat odpor zátěže, kterou mu přístroj automaticky vygeneroval po předchozích dvou maximálních nástupech během první etapy Wingate testu. Závěrečná fáze Wingate testu obsahovala konečné 150 sekundové vyjetí opět při 60 otáčkách za minutu. Účelem závěrečné fáze bylo zklidnění organismu testované osoby a uvolnění svalů jejich dolních končetin. Veškeré potřebné hodnoty pro další výzkum byly zpracovány v počítači ve formátu PDF.

Čtvrtým a zároveň posledním laboratorním testováním byla spiroergometrie. Spiroergometrické vyšetření jsme opět prováděli za pomoci stejného bicyklového

ergometr, který jsme využili i na Wingate test. Testovaný jedinec si na specializovaném bicyklu upravil pozici sedačky a madel tak, aby mu posed byl co nejpřirozenější. Doplňkovou a zároveň nedílnou součástí výbavy pro testování běžce musel být hrudní pás se sporttestrem, obličejová maska a oxymetr. Oxymetr v podobě náprstku, který jsme testovanému nacvakli na ukazováček levé ruky, nám při výkonu testu změřil a zaznamenal saturaci krve kyslíkem. Hlavní etapa testování spiroergometrie trvala přibližně 7 - 10 minut, kdy cílem testované osoby bylo udržet tempo o frekvenci 100 otáček za minutu. Na začátku testu byla zátěž v první minutě nastavena na 120 W. V průběhu testu s postupujícím časem se zátěž kontinuálně zvyšovala, a to každou další započtenou minutu o 20 W. Testovaný jedinec se s přidávající zátěží stále snažil držet stejné tempo o frekvenci 100 otáček za minutu. Konec testování si stanovil každý sám a to v případě, že už nedokázal s přidávající zátěží udržet tempo o frekvenci 100 otáček za minutu. Testovaná osoba byla poučena na začátku testu o tom, že když nastane již zmiňovaná situace, musí nám dvojitým zvednutím levé ruky dát signál, abychom byli připraveni na ukončení testu v počítači. První zvednutí paže jsme brali jen jako upozornění, abychom byli připraveni na brzké ukončení testu a zároveň zvýšili svoji ostražitost na sledovaného probanda. Nicméně proband ještě nezastavoval a snažil se ještě chvíli udržet svoje tempo. Pokud sledovaný proband zvedl levou paži podruhé, neznamenal to nic jiného než jasný impuls pro náhlé stopnutí testu. Test jsme ukončili, ale proband ještě stále šlapal na ergometru, jen snížil počet otáček za minutu. V konečné fázi testu, probanda čekaly poslední 3 minuty na vyjetí o frekvenci 60 otáček za minutu při zátěži 25 W. Vyjetím skončilo celé testování spiroergometrie.

4.3 Sběr dat

Data a výkonnostní výsledky ze závodů u jednotlivých běžců na tratích 800 m, 1 500 m a 3 000 m jsme primárně shromáždili a použili z jejich tréninkových deníků. Kontrolu všech výsledků z daných závodů jsme sekundárně provedli z oficiálních stránek Českého atletického svazu, kde můžeme najít aktuální přehled všech závodů, které atleti absolvovali.

V rámci bakalářské práce jsme se zaměřili na výsledky jednotlivých atletů od srpna roku 2014 do dubna roku 2017 tak, abychom měli stejný časový úsek, ve kterém jsme porovnávali výsledky z laboratorního měření s výsledky ze závodů. V tomto časovém úseku jsme se snažili vybrat datum závodu, který byl co nejbližší od data laboratorního měření. Časový odstup mezi datem závodu a datem laboratorních testů byl v průměru do 12 dnů. Tento časový odstup může hrát významnou roli v závěrečných výsledcích, ale z praktického hlediska nelze zajistit takové podmínky, aby všechny čtyři typy měření proběhly u všech atletů najednou a zároveň ve stejné chvíli, kdy běžci absolvují své závody. Snažili jsme se, aby výsledky testování v laboratoři byly co nejvíce kompatibilní s výkonnostními výsledky během závodů.

Musíme také zmínit, že i přes veškerou snahu zajistit co nejaktuálnější a nejpravdivější data, která se týkala výsledků laboratorního měření a výsledků závodů, mohou být ovlivněny vnitřními a vnějšími faktory působícími na stav závodníků během testování a i během závodů. Tyto faktory mohou ovlivnit nebo narušit veškeré získané výsledky. Naší snahou bylo zajistit a zpracovat taková data, která jsme získali v optimálních podmínkách, bez jakýchkoliv rušivých proměnných. Těmito proměnnými může být počasí, taktika v závodu, aktuální zdravotní stav v době testování, či závodu.

4.4 Zpracování dat

Po ukončení veškerého testování jsme shromáždili získaná data ve formě PDF dokumentů, ve kterých jsme měli přehledně zpracované veškeré naměřené hodnoty ze všech testů. Všechny podklady jsme zpracovali do excelových tabulek a do vlastního výzkumu jsme použili pouze podstatná data, potřebující k vlastnímu výzkumu. Prvním sledovaným testem bylo zjištění celkového složení těla, kde nás zajímala u sledovaných atletů váha v kg, výška v cm a procentuální zastoupení tukové hmoty. Druhým měřením byl test spirometrie, pomocí kterého jsme získali vitální kapacitu plic u všech sledovaných probandů. Objem kyslíku při testování vitální kapacity plic se udává v l. Z měření spiroergometrie jsme získali klíčové hodnoty, kterými byly VO_2max , VO_2/SF , WR. VO_2max neboli maximální spotřeba kyslíků je proměnná veličina, jejíž jednotkou je

ml/min/kg (množství kyslíku v ml přepočtené na 1 kg tělesné váhy za minutu). VO_2/SF je proměnná veličina pro výpočet tepového kyslíku, udává se v ml a ukazuje množství kyslíku, které se dostane jednou systolou (stahem) srdce ke všem tkáním v těle. Dalším sledovaným parametrem, který se udává ve Watech, je WR, což je maximální zátěž, kterou testovaný jedinec překonává. Posledním sledovaným měřením byl Wingate test – test do maximálního zatížení (vyčerpání) během 30 s neboli 30 s/kg. V tomto testu jsme se zaměřili především na parametry průměrný výkon/kg a max. 5 výkon/kg. Jednotkou průměrného a maximálního výkonu jsou wattové na kg.

Dalším nutným krokem v bakalářské práci bylo zpracování výsledků ze závodů u jednotlivých sledovaných probandů. Výsledky ze závodů jsme shromáždili z tréninkových deníků. Následně jsme provedli jejich kontrolu s výsledky, které jsou umístěny na webových stránkách Českého atletického svazu, kde jsou zaznamenány dosavadní údaje o běžeckých výkonech u jednotlivých sledovaných atletů. Pro vlastní výzkum jsme použili výsledky ze závodů od srpna roku 2014 do dubna roku 2017. Následně jsme v excelu vytvořili tabulku, do které jsme sepsali veškeré termíny závodů s jejich příslušnými časy. V této práci jsme se zabývali pouze běhy na tratích 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Naměřené testovací parametry spolu s výsledky závodů jsme museli shromáždít dohromady, a to tak, že jsme vždy hledali nejbližší datum závodu k datu testování. Průměrná doba rozpětí mezi závodem a testováním byla u většiny 12 dnů. Poté jsme ke každému datu testování přiřadili optimální datum závodu s příslušným výsledným časem. Data z některých testů jsme nemohli použít, protože u některých sledovaných probandů nebyl dostatek tak velkého počtu absolvovaných závodů.

V momentě, kdy jsme měli ke každému testování příslušný výsledek ze závodních běžeckých tratí na 800 m, 1 500 m a 3 000 m, tak jsme mohli začít počítat Spearmanův korelační koeficientu pomocí excelových funkcí. Koeficient korelace jsme počítali pro parametry VO_2max , VO_2/SF , 30 s/kg, WR, max. 5 výkon/kg ve třech proměnných na tratích 800 m, 1 500 m a 3 000 m u jednotlivých probandů zvlášť. Poté jsme vše zanesli do tabulek.

Koeficient korelace pro parametr VO_2max jsme vypočítali z hodnot maximálních spotřeb kyslíku v ml/min/kg a doby jednotlivých závodů, jejichž čas jsme převedli na vteřiny. Výsledkem korelačních koeficientů byl podíl průměrných hodnot

maximálních spotřeb kyslíků a průměrných hodnot závodních časů na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Koeficient korelace pro parametr VO_2/SF jsme získali jako podíl tepových hodnot kyslíků v ml a průměrné hodnoty závodních časů ve vteřinách na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Korelaci maximální zátěže pro spiroergometrii jsme zjistili výpočtem korelačního koeficientu, kde jsme porovnávali průměrnou hodnotu maximálních zátěží ve wattech, s průměrnými závodními hodnotami při bězích na tratích 800 m, 1 500 m a 3 000 m, které byli přepočítané na vteřiny. Výpočet korelačního koeficientu pro test 30s/kg neboli Wingate testu jsme získali poměrem průměrných časových hodnot ve vteřinách z běhu na trati 800 m, 1 500 m a 3 000 m a hodnot průměrných výkonů/kg. Korelační koeficient max 5. výkon/kg jsme vypočítali průměrným poměrem maximálního výkonu s průměrnými hodnotami časů během sledovaných závodů na trati 800 m, 1 500 m a 3 000 m.

Posledním krokem při zpracování výsledků bylo vytvoření výsledných tabulek, které jsme stanovili na základě pěti sledovaných parametrů. Každá tabulka obsahovala vždy jen jeden sledovaný parametr, který byl rozvržen do třech sloupců podle proměnných (délky sledované tratě - 800 m, 1 500 m a 3 000 m). Do každého řádku jsme poté dosadili shromážděné hodnoty korelačních koeficientů u všech atletů, které byly vypočteny ve všech třech proměnných na 800m, 1 500 m a 3 000 m. Poté jsme u každého sloupku, v každé tabulce, v pěti sledovaných parametrech, vypočítali průměr ze všech hodnot korelačních koeficientů u jednotlivých atletů. Ve výsledných tabulkách se testovaní atleti nevyskytují pod jménem, nýbrž pod označením „proband“ a k němu příslušné písmeno. Pro označení probandů jsme použili celkem 13 písmen. Označení probandů od A až po D zahrnují testované chlapce. Označení probandů od E až po M zahrnují testované dívky.

Výzkumný soubor všech probandů, kteří se účastnili veškerého testování za sledované období a u nichž došlo k následnému zpracování dat, zahrnoval 17 jedinců. Výsledky s konečnými čísly ale zahrnují pouze 13 probandů. Důvodem úplného či částečného vyřazení probandů z některých disciplín byl malý počet absolvovaných testů či závodů. Důvodem malého počtu či žádného počtu závodu a testování mohla být nemoc, zranění, tréninková pauza nebo specializace atleta jen na určitou běžeckou trať.

4.5 Použité metody

Obsahová analýza

Metodu obsahové analýzy jsme uplatnili především při studiu a rozboru literatury. Tato činnost je nezbytnou součástí pro zpracování bakalářské práce. Cílem obsahové analýzy je lepší porozumění vnitřnímu obsahu daného jevu, jejich struktur a souvislostí. Na základě této metody jsme také zjistili hlavní stránky daných jevů. V poslední řadě za pomoci této metody jsme mohli rozebrat a porovnat jednotlivé výsledky (Štumbauer, 1990).

Obsahová syntéza

Metoda obsahové syntézy, díky níž vzniká nová kvalitativní úroveň, je velice obtížná a náročná. Díky této metodě můžeme odhalit nové poznatky a dále stanovit jejich vztahy a závislosti. Předpokladem pro metodu obsahové syntézy je rozšíření znalostí a poznatků v daném oboru. Tuto metodu jsme v bakalářské práci použili nejprve při studiu literatury a poté při testování probandů v laboratoři a porovnání jejich výsledků s výkonnostními výsledky během závodů (Štumbauer, 1990).

Komparativní (srovnávací) metoda

Cílem komparativní metody je porovnávání a srovnávání jednotlivých výsledků, ze kterých lze vyvodit reliabilní a validní závěry. Výsledky můžeme srovnávat z pohledu kvantitativního i kvalitativního. Charakteristiku srovnávací metody můžeme definovat jako výčet shod, podobností a rozdílů mezi několika jevy (Štumbauer, 1990).

Aplikace komparativní metody zahrnuje svůj postup, který se skládá ze čtyř důležitých kroků. Prvním krokem je získání primárních informací a dat, které jsou klíčové pro další zkoumání. V momentě, kdy jsme získali podkladová data, následuje druhý aplikační krok srovnávací metody a tím je studium a třídění dat a informačního materiálu. Třetím krokem aplikace je vlastní srovnání mezi výsledky. Posledním, tím nejdůležitějším krokem srovnávací metody, je syntéza všech poznatků, které jsme získali a využili k následnému vyvození teoretických i praktických závěrů (Štumbauer, 1990).

V rámci komparativní metody rozeznáváme dva typy výzkumů. Prvním z nich je výzkum podle stanoveného plánu. Podstatou již zmiňovaného výzkumu je, že daný jev se zkoumá na různých místech v relativně stejném čase. Druhý typ komparativních

výzkumů nese název Panelový výzkum. Zásadní veličinou pro Panelový výzkum jsou výchozí data, informace a čas. Data nemusí být co nejaktuálnější, nýbrž mohou být shromážděny z předchozích let. Klíčovými faktory jsou znalosti metod výzkumu, míst a charakteristik osob (Štumbauer, 1990).

Metoda měření a testování

Metody měření můžeme rozdělit do dvou větších skupiny - absolutní a relativní metody. První skupina jsou metody absolutní, které jsou vyjádřeny hodnotou v měrné jednotce. Druhá skupina relativních metod je vyjádřena procentuálně a to tak, že zaznamenané absolutní hodnoty v měrné jednotce převedeme na procenta. Tyto relativní metody slouží především k porovnávání (Štumbauer, 1990).

Testování se provádí pomocí testu. Test je systematický postup úkonů, během kterých je testovaný jedinec vystaven řadě předmětů, na které musí reagovat. Test se zaměřuje na relativně objektivní posouzení daného stavu jedince (Štumbauer, 1990).

Metoda měření je specifická tím, že se provádí několikrát po sobě. Důležitým faktorem je zachování neměnných podmínek při každém měření. Vše to závisí na určení koeficientu reliability v závislosti na koeficientu korelace pro všechna měření. Korelace je definována jako vzájemný vztah mezi dvěma jevy (veličinami). Pokud dojde ke změně podmínek a postihne to jeden zkoumaný jev, následuje změna i druhého zkoumaného jevu. Reliabilita je definována jako spolehlivost a zajišťuje věrnou hodnotu testu, který zkoumá lidskou stránku člověka. Jednoduše řečeno, v praxi by laboratorní podmínky během každého testování měly být naprosto identické (Chráska, 2007).

Věcná a statistická významnost

Analýza zkoumaných kvantitativních dat lze provést pomocí statistické a věcné významnosti. Hlavním cílem statistické významnosti je vyhodnocení, ve kterém se výsledek převede a zobecní se na celou populaci. Věcná významnost zaujímá širší hledisko a to takové, že zjišťuje, zdali má smysl o výsledcích přemýšlet a zdali se dají prakticky využít. Hlavním cílem věcné významnosti je posouzení důležitosti a užitečnosti výsledků z výzkumu a jejich využití v reálném životě. Pro zjištění a vymezení věcné významnosti je nutné stanovit ukazatele míry věcné významnosti. Pomocí ukazatelů lze vypočítat podíl hodnot ve dvou a více skupinách. Obtížnější je potom tyto hodnoty

interpretovat a určit jejich smysl. Proto se pro určení rozdílu a závislosti musí stanovit míra věcné významnosti (Blahuš, 2000). Míra věcné významnosti lze stanovit za pomoci několika měř (Kirk, 1996).

Míra vyjadřující rozdíl

Podle Cohena (1988) je princip Cohenovo d založen na rozdílu závislosti průměrů ve dvou skupinách. Výsledkem je bezrozměrná veličina, která dělí směrodatnou odchylku průměrů a umožňuje srovnat výsledky. Bezrozměrná veličina není závislá na původních jednotkách měření. Pokud při počítání Cohenova d vyjde kladné číslo, znamená to, že sledovaná veličina má větší hodnotu v první experimentální skupině. Pokud Cohenovo d vyjde záporné, sledovaná hodnota má v experimentální skupině nižší hodnoty. Rozpětí absolutních hodnot pro Cohenovo d je:

$d = 0,20$ až $0,50$ – malý efekt

$d = 0,50$ až $0,80$ – střední efekt

$d \geq 0,80$ – velký efekt

Míra vyjadřující rozptyl

Míra vyjadřující rozptyl se měří například pomocí Fisherova η^2 , indexu determinace a korelačního koeficientu. Míra vyjadřující rozptyl se uplatňuje při srovnání dvou a více skupin a měří věcnou významnost jejich rozdílů.

V této bakalářské práci jsme použili věcnou významnost a aplikovali jsme ji pro hodnocení výkonů ve Wingate testu a v testu spiroergometrie pro běžeckou trať 800 m, 1 500 m a 3 000. Zabývali jsme se věcnou významností pouze z hlediska určení míry vyjadřující rozdíl. Míru vyjadřující rozdíl u jednotlivých sledovaných hodnot jsme stanovili pomocí Cohenova d , který zohledňuje vliv mezi dvěma nezávisle proměnnými parametry.

Korelace

Pomocí korelace můžeme sledovat a porovnávat u jedinců dva a více znaků či procesů. Míra korelace je dána korelačním koeficientem, který nabývá hodnoty od -1 do 1 a značí kladný nebo záporný vztah. Antikorelace je označení pro hodnotu korelačního koeficientu -1 a jedná se o záporný vztah dvou veličin x a y , pro který platí ($y = -kx$). Antikorelace značí nepřímou silnou závislost mezi dvěma veličinami.

To znamená, že čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků. Za přímou a silnou závislost můžeme označit korelační koeficient nabytý hodnotou 1, který je kladný a je vyjádřen $y = kx$. Pro výpočet korelace můžeme aplikovat dva koeficienty - Pearsonův a Spearmanův korelační koeficient. Vztah Pearsonova korelačního koeficientu je z praktického hlediska

zjednodušen a jeho vyjádření je: $s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$. Druhý již

zmiňovaný Spearmanův korelační koeficient je vyjádřen $r = 1 - \frac{6 \sum (Rx_i - Ry_i)^2}{n(n^2 - 1)}$

(Machek & Likeš, 1988).

Pro zpracování výsledků v naší bakalářské práci jsme použili Spearmanův korelační koeficient. Vypočítaný korelační koeficient jsme porovnávali podle Hendla (2004) s tabulkou kritických hodnot Spearmanova korelačního koeficientu na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,05$ pro dané n (počet korelačních dvojic – v našem případě počet absolvovaných závodů). Zde jsme hodnotili nepřímou závislost a určovali jsme, zda hodnota korelačního koeficientu je či není významná. Výsledky korelačních koeficientů jsme uváděli v absolutních hodnotách. U testovaných probandů jsme hodnotili parametry z Wingate testu a z testu spiroergometrie ve třech proměnných, pro běžeckou trať na 800 m, 1 500 m a 3 000 m.

5 Výsledky

U většiny probandů jsme určili pomocí korelačního koeficientu nepřímou silnou závislost, která je vyjádřena zápornými hodnotami. V ojedinělém případě, a to u probanda A a E, se nám vyskytla přímá korelační závislost, která je vyjádřena kladným číslem.

Prvním sledovaným parametrem byla maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\max$), jejíž data jsme získali z testu spiroergometrie. Z tabulky č. 2 je zřejmé, že korelace byla počítaná celkem pro 12 probandů – od probanda A až po probanda L. Probanda M jsme z výpočtu museli pro nedostatek dat vyřadit. Výpočet korelačních koeficientů pro maximální spotřebu kyslíku jsme v proměnné na 800 m počítali celkem pro osm probandů. Z tabulky č. 2 je zřejmé, že u všech testovaných probandů se korelace pohybovala od 0,0387 do -0,9663. Hodnoty korelací maximální spotřeby kyslíku v proměnné na 1 500 m se pohybovaly v rozmezí 0,0717 do -0,9883. Do výpočtu této korelace bylo zahrnuto 7 sledovaných probandů. Poslední proměnnou, pro kterou jsme počítali korelační koeficienty, byla proměnná na 3 000 m. Zde jsme měli pouze tři sledované probandy. Jejich korelace se pohybovala od 0,3498 do -0,9703. Dále si můžeme v tabulce č. 2 všimnout průměrných korelačních koeficientů, které jsou vypočítané pro všechny atlety v proměnných na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Průměrná korelační hodnota maximální spotřeby kyslíku u sledovaných probandů v proměnné na 800 m činí -0,427. Průměrná hodnota korelace v proměnné na 1 500 m je -0,643 a v proměnné na 3 000 m se hodnota korelace pohybuje nejvyšší, a to -0,756. Nejnižší naměřená korelace byla zjištěna u probanda A v proměnné na 800 m, jejíž hodnota byla 0,0387. Nejvyšší korelační hodnotu můžeme vidět v tabulce č. 2 u probanda I v proměnné na 1 500 m, jejíž hodnota je -0,9883.

Tabulka č. 2 – Korelační koeficient maximální spotřeby kyslíku (VO₂max)

	ml/min/kg: 800 m	ml/min/kg: 1500 m	ml/min/kg: 3000 m
Proband A	0,0387	0,0717	
Proband B	-0,7211		
Proband C		-0,7728	
Proband D	-0,9663	-0,7777	-0,9703
Proband E	0,1457		
Proband F	-0,6099	-0,7886	
Proband G	-0,2913	-0,7778	
Proband H		-0,4648	-0,3498
Proband I		-0,9883	
Proband J	-0,1213		
Proband K	-0,8904		
Proband L			-0,9492
PRŮMĚR	-0,427	-0,643	-0,756

Druhým sledovaným parametrem, jehož hodnoty korelačních koeficientů jsou znázorněny v tabulce č. 3, byl tepový kyslík. Výpočtem korelačních koeficientů pro parametr VO₂/SF jsme až na probanda A v proměnné na 1 500 m určili silnou nepřímou závislost. Data pro výpočty korelací jsme získali také testem spiroergometrie. Výpočty korelací ve všech třech proměnných jsme provedli u 13 probandů – proband A až proband M. Největší počet probandů, u kterých jsme počítali korelační koeficienty, byl v proměnné na 800 m. Hodnoty korelací mezi 10 sledovanými jedinci se pohybovaly od -0,0017 do -0,9967. V proměnné na 1 500 m jsme zjistili korelaci pro 9 probandů. Hodnoty získaných korelací byly v rozmezí od 0,162 do -0,9867. Pro proměnnou na 3 000 m jsme hodnoty korelací počítali pro tři probandy. Z tabulky č. 3 vidíme, že rozptyl korelačních hodnot je poměrně velký a pohybuje se od -0,4284 do -0,9654. Průměrná korelační hodnota u všech sledovaných probandů v proměnné na 800 m je -0,659, což je větší korelace než v proměnné na 1 500 m, kde průměrná korelační hodnota činí -0,582. Hodnota korelace pro proměnnou na 3 000 m je nejvyšší, a to -0,784. Nejnižší hodnota korelace, 0,162, se vyskytla u probanda A. Z tabulky č. 3 můžeme stanovit nejvyšší korelaci u probanda K, jejíž hodnota je -0,9903.

Tabulka č. 3 - Korelační koeficient tepového kyslíku (VO₂/SF)

	VO ₂ /SF: 800 m	VO ₂ /SF: 1500 m	VO ₂ /SF: 3000 m
Proband A	-0,4899	0,162	
Proband B	-0,8286		
Proband C		-0,6884	
Proband D	-0,9967	-0,7628	-0,9654
Proband E	-0,7829		
Proband F	-0,7822	-0,65	
Proband G	-0,5596	-0,9867	
Proband H		-0,4473	-0,4284
Proband I	-0,5438		
Proband J	-0,6152	-0,7653	
Proband K	-0,9903	-0,8005	
Proband L			-0,9578
Proband M	-0,0017	-0,2959	
PRŮMĚR	-0,659	-0,582	-0,784

Třetím sledovaným parametrem byla maximální zátěž při testu spiroergometrie. Jak je patrné z tabulky č. 4, výpočty korelačních koeficientů se týkaly 12 probandů. V důsledku nedostatku dat jsme probanda I museli vyřadit. Hodnoty korelace v proměnné na 800 m jsme počítali pro 8 probandů. Korelace se zde projevila poměrně vysoce a její hodnoty vyšly v rozmezí od -0,427 do -0,9903. Korelační koeficienty v proměnné na 1 500 m byly počítány pro 8 probandů a vyšly mezi hodnotami -0,2658 a -0,9224. Poslední korelace tohoto parametru jsme počítali v proměnné na 3 000 m. Hodnoty korelací nám vyšly od -0,5561 do -0,873. Na rozdíl od korelačních výpočtů u předchozích parametrů, nám zde v tomto parametru maximální zátěže vyšla nejvyšší průměrná korelační hodnota v proměnné na 800 m. Výsledek korelace byl -0,760. Průměrná hodnota korelačního koeficientu v proměnné na 1 500 m činila -0,542 a v proměnné na 3 000 m -0,65. Nejnižší hodnotu korelace, která byla -0,2658, jsme zjistili u probanda F. Nejvyšší hodnotu korelačního koeficientu, můžeme sledovat z tabulky č. 4, u probanda K. Hodnota této korelace byla -0,9903.

Tabulka č. 4 - Korelační koeficient maximální zátěže při spiroergometrii (WR)

	WR: 800 m	WR: 1500 m	WR: 3000 m
Proband A	-0,427	-0,4017	
Proband B	-0,9155		
Proband C		-0,3786	-0,5564
Proband D	-0,4697	-0,3882	-0,6309
Proband E	-0,8915		
Proband F	-0,7366	-0,2658	
Proband H		-0,9224	-0,873
Proband J	-0,8549	-0,7733	
Proband K	-0,9903	-0,539	
Proband L			-0,5561
Proband M	-0,7951	-0,6674	
PRŮMĚR	-0,760	-0,542	-0,654

Čtvrtým sledovaným parametrem, u kterého jsme počítali koeficient korelace, byl maximální výkon při měření Wingate testu. Podle tabulky č. 5 je patrné, že koeficienty korelací jsme u tohoto parametru počítali pouze pro 10 probandů. Probanda B, C a G jsme museli pro nedostatek dat vyřadit. Hodnoty korelací v proměnné na 800 m byly počítány celkem pro 7 probandů, jejich hodnoty se pohybovaly od -0,3284 do -0,9292. V proměnné na 1 500 m jsme zjistili korelace u 9 probandů. Rozpětí této korelace bylo poměrně široké, získané hodnoty byly v rozmezí mezi -0,0236 a -0,9898. Vypočítané koeficienty korelací v proměnné na 3 000 m jsme stanovili u 4 probandů. Tyto hodnoty se pohybovaly od -0,4474 až do -0,8703. Průměrná korelace v proměnné na 800 m zaujímá hodnotu -0,663. V proměnné na 1 500 m jsme zjistili průměrnou hodnotu korelace -0,603. Vypočítaná hodnota průměrné korelace v proměnné na 3 000 m byla -0,471. Nejnižší hodnota korelace, která činila -0,0236, byla zjištěna u probanda D, v proměnné na 1 500 m. Nejvyšší korelaci můžeme vidět v tabulce č. 5 u probanda I, jejíž hodnota je 0,9556.

Tabulka č. 5 - Korelační koeficient maximálního výkonu na kg při Wingate testu (max. 5 s/kg)

	max. 5 s/kg: 800 m	max. 5 s/kg: 1500 m	max. 5 s/kg: 3000 m
Proband A	-0,5047	-0,1881	
Proband D	-0,3284	-0,0236	0,4474
Proband E	-0,8342		
Proband F	-0,6022	-0,7361	
Proband H		-0,2973	-0,6093
Proband I		-0,9898	-0,8703
Proband J	-0,9292	-0,6001	
Proband K	-0,7883	-0,9556	
Proband L		-0,8226	-0,8502
Proband M	-0,6518	-0,815	
PRŮMĚR	-0,663	-0,603	-0,471

V tabulce č. 6 můžeme sledovat výpočty korelačních koeficientů pro parametr průměrného výkonu na kg během 30 sekund při Wingate testu. Celkový počet probandů, u nichž jsme v tomto parametru počítali koeficienty korelace, byl 11. Probandy C a G jsme museli vyřadit pro jejich malý počet závodů a s tím souvisejícím nedostatkem dat. Vypočítané korelace v proměnné na 800 m byly stanoveny u 8 probandů a jejich hodnoty se pohybovaly mezi -0,2446 a -0,8482. Korelační koeficienty počítané v proměnné na 1 500 m jsme stanovili u 9 probandů. Hodnoty jejich korelací se pohybovaly v rozmezí mezi -0,0305 a -0,8163. Korelace vypočítané v proměnné na 3 000 můžeme sledovat na základě tabulky č. 6 jen u 2 probandů. Hodnota korelačních koeficientů byla -0,1236 a -0,5206. Na základě tabulky č. 6 můžeme také sledovat nejvyšší průměrnou hodnotu korelace ve třech sledovaných proměnných. Nejvyšší průměrná hodnota korelace je v proměnné na 800 m. Její hodnota je -0,552. V proměnné na 1 500 m je průměrná hodnota korelace -0,324. Nejnižší průměrnou korelaci můžeme vidět v proměnné na 3 000 m, a to -0,322. Nejnižší hodnota korelace se vyskytla u probanda H v proměnné na 1 500 m. Hodnota korelace byla 0,0305. Nejvyšší korelační hodnotu můžeme vidět u probanda K v proměnné na 1 500 m, jejíž hodnota byla -0,8659.

Tabulka č. 6 - Korelační koeficient průměrného výkonu na kg při Wingate testu (30 s/kg)

	30 s/kg: 800 m	30 s/kg: 1500 m	30 s/kg: 3000 m
Proband A	-0,4346	0,0477	
Proband B	-0,3255		
Proband D	-0,6313	-0,223	-0,1236
Proband E	-0,8362		
Proband F	-0,5	-0,2653	
Proband H		-0,0305	-0,5206
Proband I		-0,5424	
Proband J	-0,2446	-0,0315	
Proband K	-0,8482	-0,8659	
Proband L		-0,1866	
Proband M	-0,598	-0,8163	
PRŮMĚR	-0,552	-0,324	-0,322

Z tabulky č. 7 vyplývá, že výsledná průměrná hodnota maximální spotřeby kyslíku v proměnné na 1 500 m je menší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu. Tento vztah lze vyjádřit jako $0,643 < 0,714$. Na základě tabulek můžeme stanovit korelaci mezi výsledky maximální spotřeby kyslíku a výsledky ze závodů na 1 500 m, nicméně korelace není významná.

Tabulka č. 7 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu maximální spotřeby kyslíku (VO_{2max})

	ml/min/kg: 1500 m	Počet závodů: 1 500 m
Proband A	0,0717	6
Proband C	-0,7728	8
Proband D	-0,7777	10
Proband F	-0,7886	8
Proband G	-0,7778	7
Proband H	-0,4648	6
Proband I	-0,9883	7
PRŮMĚR:	-0,643	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

V tabulce č. 8 můžeme sledovat výslednou hodnotu (0,784) maximální spotřeby kyslíku v proměnné na 3 000 m. Tato výsledná hodnota $0,784 > 0,714$ a to znamená, že je větší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu a že výsledky maximální spotřeby kyslíku významně korelují s výsledky závodů na 3 000 m.

Tabulka č. 8 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu maximální spotřeby kyslíku (VO₂max)

	ml/min/kg:3000 m	Počet závodů: 3 000 m
Proband D	-0,9703	7
Proband H	-0,3498	7
Proband D	-0,9703	7
Proband L	-0,9492	6
PRŮMĚR:	-0,784*	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Z tabulky č. 9 vyčteme průměrný výsledek (0,582) tepového kyslíku z testu spiroergometrie. Tato hodnota $0,582 < 0,714$. Výsledky tepového kyslíku korelují s výsledky závodů na 1 500 m, ale jejich korelace není významná, protože výsledná hodnota je nižší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu.

Tabulka č. 9 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu tepového kyslíku (VO₂/SF)

	VO ₂ /SF: 1500 m	Počet závodů: 1 500 m
Proband A	0,162	6
Proband C	-0,6884	8
Proband D	-0,7628	10
Proband F	-0,65	8
Proband G	-0,9867	7
Proband H	-0,4473	6
Proband J	-0,7653	7
Proband K	-0,8005	7
Proband M	-0,2959	5
PRŮMĚR:	-0,582	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Z tabulky č. 10 vyplývá, že výsledná průměrná hodnota tepového kyslíku v proměnné na 3 000 m je větší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu. Tento vztah lze vyjádřit jako $0,829 > 0,714$. Na základě tabulek můžeme stanovit významnou korelaci mezi výsledky tepového kyslíku a výsledky ze závodů na 3 000 m.

Tabulka č. 10 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu tepového kyslíku (VO₂/SF)

	VO ₂ /SF: 3000 m	Počet závodů: 3 000 m
Proband D	-0,9654	7
Proband H	-0,4284	7
Proband D	-0,9654	7
Proband L	-0,9578	6
PRŮMĚR:	-0,829*	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Na základě tabulky č. 11 porovnáme výslednou průměrnou hodnotu maximální zátěže při testu spiroergometrie s tabulkou kritických hodnot Spearmanova korelačního koeficientu. Výsledek maximální zátěže $0,542 < 0,714$. Můžeme tak stanovit vztah mezi výsledky maximální zátěže při spiroergometrii a výsledky ze závodu na 1 500. Tento vztah je závislý, koreluje, ale není významný.

Tabulka č. 11 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu maximální zátěže (WR)

	WR: 1500 m	Počet závodů: 1 500 m
Proband A	-0,4017	6
Proband C	-0,3786	8
Proband D	-0,3882	10
Proband F	-0,2658	8
Proband H	-0,9224	6
Proband J	-0,7733	7
Proband K	-0,539	7
Proband M	-0,6674	5
PRŮMĚR:	-0,542	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 12 nám ukazuje výslednou průměrnou hodnotu maximální zátěže z testu spiroergometrie v proměnné na 3 000 m. Hodnota průměrného korelačního koeficientu je 0,542. Tento výsledek $0,542 < 0,714$. Vztah mezi výsledky maximální zátěže při spiroergometrii a výsledky ze závodu na 3 000 je závislý, koreluje, ale není významný.

Tabulka č. 12 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu maximální zátěže (WR)

	WR: 3000 m	Počet závodů: 3 000 m
Proband C	-0,5564	9
Proband D	-0,6309	7
Proband H	-0,873	7
Proband L	-0,5561	6
Proband H	-0,873	7
PRŮMĚR:	-0,698	7

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Z tabulky č. 13 vyplívá, že výsledná hodnota maximálního výkonu na kg při Wingate testu v proměnné na 800 m je větší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu. Tento vztah lze vyjádřit jako $0,663 > 0,643$. Na základě tabulek můžeme stanovit významnou korelaci mezi výsledky maximálního výkonu na kg při Wingate testu s výsledky ze závodů na 800 m.

Tabulka č. 13 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu maximálního výkonu na kg (max. 5 s/kg)

	max. 5 s/kg: 800 m	Počet závodů 800: m
Proband A	-0,5047	16
Proband D	-0,3284	6
Proband E	-0,8342	6
Proband F	-0,6022	8
Proband J	-0,9292	5
Proband K	-0,7883	3
Proband M	-0,6518	12
PRŮMĚR:	-0,663*	8

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Z tabulky č. 14 vyčteme výsledek (0,552) průměrného výkonu na kg při Wingate testu. Tato hodnota $0,552 < 0,643$. Výsledky průměrného výkonu na kg korelují s výsledky závodů na 800 m, ale jejich korelace není významná, protože výsledná hodnota je nižší než kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu.

Tabulka č. 14 - Kompatibilita závodů a výsledků korelačního koeficientu průměrného výkonu na kg (30 s/kg)

	30 s/kg: 800 m	Počet závodů: 800 m
Proband A	-0,4346	16
Proband B	-0,3255	8
Proband D	-0,6313	6
Proband E	-0,8362	6
Proband F	-0,5	8
Proband J	-0,2446	5
Proband K	-0,8482	3
Proband M	-0,598	12
PRŮMĚR:	-0,552	8

*Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$

Podle Cohena (1988) je rozdíl korelačního koeficientu z Wingate testu a běhu na 800 m a 3 000 m věcně významný. Tento výsledek ($d = 1,126$) je s velkým efektem.

Rozdíl korelačních koeficientů z Wingate testu na 800 m a 1 500 m je také věcně významný. Výsledek ($d = 0,838$) je také s velkým efektem.

Rozdílná hodnota korelačního koeficientu z testu spiroergometrie a běhu na 800 m a 3 000 m je ($d = 0,922$). Tento výsledek je věcně významný a má také velký efekt.

Rozdíl korelačních koeficientů z testu spiroergometrie a běhu na 1 500 m a 3 000 m je také věcně významný. Cohenova výsledná hodnota ($d = 0,380$) je ale výsledek s malým efektem.

6 Diskuze

Testování probandů jsme prováděli za pomoci bicyklového ergometru. Druhou možností, jak lze provádět tyto testy, je použití specializovaného běhátko, které je autentičtější a přirozenější pro vykonávaný pohyb atletů. Vzhledem k tomu, že testování atletů probíhalo za pomoci kola a ne běhátko, tak tento pohyb pro atlety není motoricky specifický. Kdyby se testování atletů provádělo za pomoci běhacího pásu, nastala by i motorická shoda mezi pohybem laboratorních testů a závodů. Takto můžeme sledovat pouze funkční shodu mezi výsledky laboratorního testování a výsledky ze závodů.

Záporné korelační koeficienty nám u jednotlivých sledovaných parametrů ukazují silnou nepřímou závislost. To znamená, že čím jsou větší hodnoty korelačních koeficientů v dané proměnné, tím jsou výkony u sledovaných probandů v testování vyšší. Jednoduše řečeno, testování probandi jsou v určité disciplíně úspěšnější a jejich čas v závodě je tak nižší. U probanda A a E, můžeme vidět kladná čísla. Kladná čísla vyjadřují přímou silnou závislost. To znamená, že čím je menší hodnota korelačního koeficientu, tím je probandův výkon lepší a jeho čas pro běh v dané disciplíně je tak nižší.

Průměrné hodnoty korelačního koeficientu u parametru maximální spotřeby kyslíku ($VO_2\max$) nám dokazují vzájemnou souvislost mezi výsledky ze závodů na 1 500 m a 3 000 m. Vzájemnou souvislost označujeme jako korelaci a můžeme ji stanovit mezi výsledky $VO_2\max$ a výsledky v běhu na 1 500 m i na 3 000 m s tím rozdílem, že korelace mezi výsledky $VO_2\max$ a výsledky na 3 000 m je věcně významná. Tyto výsledky u testovaných probandů mohou předpovídat velkou výkonnost v běžích na 3 000 m.

Průměrný korelační koeficient tepového kyslíku (VO_2/SF) v testu spiroergometrie nám ukazuje vzájemnou korelaci mezi výsledky VO_2/SF a výsledky v běhu na 1 500 m a i na 3 000 m. Věcnou významnost korelace jsme ale zjistili pouze mezi výsledky VO_2/SF a výsledky v běhu na 3 000 m. Tito testování probandi mají vyšší hodnoty tepového kyslíku, který jim zajistí větší výměnu dýchacích plynů mezi tkáněmi, a tím pádem mají větší předpoklad dosáhnout lepších výsledků v závodech na 3 000 m.

Dále jsme porovnávali výsledky maximální zátěže (WR) s výsledky závodu na 1 500 m a 3 000 m. Parametr maximální zátěže (WR) představuje maximální překonanou zátěž při testu spiroergometrie. Výsledné hodnoty nám potvrdily vzájemnou korelační souvislost mezi výsledky WR a 1 500 m i WR a 3 000 m. Nicméně tato korelační souvislost není významná.

Výsledné hodnoty korelačních koeficientů pro parametr maximálního zatížení na kg (max. 5/kg) při Wingate testu nám dokazují, významně korelační vztah s výsledky v běhu na 800 m. To znamená, že na základě výsledných hodnot v tomto testu u jednotlivých probandů můžeme predikovat jejich vysokou výkonnost v běhu na 800 m.

Výsledky průměrného výkonu na kg (30 s/kg) z Wingate testu také vzájemně korelují s výsledky závodu na 800 m u jednotlivých atletů. Tato korelace ale není významná.

Pokud bychom shrnuli veškeré parametry, můžeme říci, že výsledky $VO_2\max$ a VO_2/SF z testu spiroergometrie významně korelují u jednotlivých atletů s výsledky běhů na 3 000 m. Výsledky $VO_2\max$, VO_2/SF , WR také korelují s výsledky běhů na 1 500 m, ale nejsou významné stejně tak, jako výsledky WR s výsledky běhů na 3 000 m. Významná korelace se vyskytla i mezi výsledky max. 5/kg a výsledky běhů na 800 m. Výsledky z 30 s/kg korelují s výsledky běhů na 800 m, ale tato korelace není významná.

Na základě rozdílu korelačních koeficientů můžeme stanovit věcně významný vztah Wingate test s běhy na 800 m. Výsledky Wingate testu mají významně větší vztah s výsledky běhu na 800 m než na 1 500 m a 3 000 m a můžeme zde určit velký efekt věcné významnosti.

Rozdíl zjištěných korelačních koeficientů v testu spiroergometrie nám dokázaly významně větší vztah s běhy na 3 000 m a 1 500 m než na 800 m. Výsledek s velkým efektem věcné významnosti jsme určili mezi výsledky spiroergometrie a výsledky závodu v běhu na 3 000 m. Souvislost věcné významnosti jsme také zjistili mezi výsledky spiroergometrie a výsledky ze závodů v běhu na 1 500 m. Tento výsledek má ale pouze malý efekt věcné významnosti.

Naše výsledky víceméně odpovídají výsledkům popsaným v literatuře a vypovídají o vzájemném vztahu mezi laboratorními testy a výkony v daných disciplínách. Výsledné hodnoty z Wingate testu, z hlediska věcné významnosti nám

napovídají a stanovují velké výkonnostní výsledky v bězích na 800 m. Výsledky z testu Spiroergometrie nám významně korelují s výsledky závodů na 1 500m a 3 000 m a napovídají nám o velké výkonnosti jedinců v bězích na 3 000 m.

7 Závěr

Cílem bakalářské práce byla predikce výkonnosti u sledovaných atletů v různých disciplínách. Tuto predikci jsme provedli na základě stanovení vhodného testů. Veškeré výsledné hodnoty jsme získali analýzou jednotlivých laboratorních výsledků při měření testovaných probandů. Poté jsme je následně komparovali s výsledky ze závodních disciplín na 800 m, 1 500 m a 3 000 m. Na porovnávání dat jsme aplikovali Spearmanův korelační koeficient a věcnou významnost jsme určili podle Cohenovo d. Podstatou celé práce bylo stanovení a určení míry vlivů a souvislostí mezi sledovanými parametry jednotlivých laboratorních testů v proměnných na běžecké trati 800 m, 1 500 m a 3 000 m.

Téma bakalářské práce bylo postavené na laboratorním testování atletů spolu se zpracováním jejich výsledků při závodech. Časové období, které zahrnuje testování i zpracování výsledků ze závodů je od srpna roku 2014 do dubna roku 2017. Celý soubor probandů, který se zúčastnil veškerého testování ve sledovaném období, a u nichž došlo k následnému zpracování dat, se skládal ze 17 atletů. Výsledky s konečnými čísly se ale změnila a nakonec zkoumaný soubor zahrnoval pouze 13 probandů. Tento snížený počet zkoumaných probandů je limitujícím faktorem této bakalářské práce. Důvodem vyřazení některých atletů nebyl vždy malý počet atletů, malý počet laboratorního měření a absolvovaných závodů, ale spíše menší množství kompatibilních dat, které by se mohly použít a to z nejrůznějších důvodů (velká časová prodleva mezi měřením a absolvovaným závodem, nemoc, zranění, tréninková pauza). Z praktického hlediska je u jednotlivých atletů na této výkonnostní až vrcholové úrovni obtížné zajistit dostatek kompatibilních dat. U některých probandů jsme pouze snížili a zredukovali počet některých disciplín.

Hypotéza 1 nebyla potvrzena. Výsledky maximální spotřeby kyslíku u sledovaných atletů korelují s výsledky závodů na 1 500 m a 3 000 m, ale ne významně.

Pouze výsledky maximální spotřeby kyslíku a výsledky tepového kyslíku významně korelují s výsledky závodů na 3 000 m.

Hypotéza 2 nebyla potvrzena. Výsledky z Wingate testu korelují s výsledky ze závodů na 800 m, ale ne významně. Pouze výsledky maximálního výkonu na kg při Wingate testu významně korelují s výsledky běhů na 800 m.

Hypotéza 3 byla potvrzena. Výsledky z Wingate testů mají významně větší vztah s výsledky běhů na 800 m, než s výsledky běhů na 1 500 m a 3 000 m. Rozdíl korelačních koeficientů Wingate testu v běhu na 800 m a 3 000 m je věcně významný s velkým efektem. Rozdíl korelačních koeficientů Wingate testu v běhu na 800 m a 1 500 m je věcně významný také s velkým efektem.

Hypotéza 4 byla potvrzena. Výsledky z testu spiroergometrie mají významně větší vztah s výsledky běhů na 3 000 m, než s výsledky běhů na 800 m a 1 500 m. Rozdíl korelačních koeficientů v testu spiroergometrie v běhu na 3 000 m a 800 m je věcně významný s velkým efektem. Rozdíl korelačních koeficientů v testu spiroergometrie v běhu na 3 000 m a 1 500 m je věcně významný ale s malým efektem.

Výsledky našeho výzkumu se mohou v budoucnu aplikovat jako užitečný indikátor pro stanovení výkonnosti na vybraných testech. Tento ukazatel se může projevit v další tréninkové činnosti trenéra či atletů.

Referenční seznam literatury a zdrojů

Literatura

- Bartůňková, S. (2010). *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum.
- Bartůňková, S., Heller, J., Kohlíková, E., Petr, M., Smitka, K., Šteffl, M., & Vránová, J. (2013). *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Univerzita Karlova.
- Blahuš, M. (2000). *Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu*. Česká kinantropologie, 4(2), 53-72.
- Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Bužga, M., Herodes, Z., Zavadilová, V., & Rydlo, M. (2007). *Praktická cvičení z fyziologie*. Ostrava: Ostravská univerzita.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science*. (2nd ed.). Hillsdale: Erlbaum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Horáček, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2005). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Havlíčková, L. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II*. Praha: Karolinum.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metanalýza dat*. Praha: Portál.
- Chlumský, J., Fišerová, J., Satinská, J., & Zindr, V. (2006). *Doporučený postup pro interpretaci základních vyšetření plicních funkcí*. Hrotovice: ČPFS a Nadační fondem Astma.
- Chráška, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Kirk, R. (1996). *Practical significance: A concept whose time has come*. Educational and Psychological Measurement.
- Kohoutek, M. (1987). *Úvod do studia vytrvalostních schopností v antropomotorice*. Praha 1: Státní pedagogické nakladatelství.
- Kučera, V. & Truksa, Z. (2000). *Běhy na střední a dlouhé tratě*. Praha: Olympia.
- Luža, J. (1990). *Technika atletických disciplín*. Brno: MU Brno.
- Máček, M. & Máčková, J. (1995). *Fyziologie tělesných cvičení*. Praha: Sdružení pro rozvoj zdravotní tělesné výchovy ve spolupráci s Nakladatelstvím ONYX.
- Machek, J. & Likeš J. (1988). *Matematická statistika*. 2. Vydání. Praha: SNTL.
- Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Písařík, M. & Liška, J. (1985). *Běhyna střední a dlouhé tratě – 1. část*. Praha: Ústřední výbor svazu tělesné výchovy a sportu.
- Písařík, M. & Liška, J. (1989). *Běhy na střední a dlouhé tratě – 2. část*. Praha: Ústřední výbor svazu tělesné výchovy a sportu.
- Reigrová, J., Přidalová M., & Ulbrichtová M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Štumbauer, J. (1990). *Základy vědecké práce v tělesné kultuře*. České Budějovice: Pedagogická fakulta v Č. Budějovicích.
- Vacula, J. (1983). *Trénink atletických disciplín 3*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Karolinum.
- Vindušková, J., Bártlová, P., Fejtek, M., Heller, J., Hlína J., Choutková, B., ... Velebil, V. (2003). *Abeceda atletického trenéra*. Praha: Olympia.

Internetové zdroje

- Davies, P. (2010). *The wingate test for anaerobic power*. Dostupné 1. červen 2016,
z [Http://www.sport-fitness-advisor.com/wingate-test.html](http://www.sport-fitness-advisor.com/wingate-test.html)
- KP - design (2003). *Eurofoam SPORT*. Dostupné 15. květen 2017,
z <http://www.eurofoam-sport.com/text/cs/zavodni-taktika.aspx>