Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

KOMPARACE FUNKČNÍCH A SOMATICKÝCH PARAMETRŮ OSMITÝDENNÍ SPORTOVNÍ PŘÍPRAVY HRÁČŮ FOTBALU

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Petr Mach
Tělesná výchova, učitelství technické a informační výchovy pro střední školy a 2. stupeň základních škol
Vedoucí práce: Mgr. Radim Weisser
Olomouc 2013

Jméno a příjmení autora: Petr Mach
Název magisterské práce: Komparace funkčních a somatických parametrů osmitýdenní sportovní přípravy hráčů fotbalu.
Pracoviště: Katedra sportu
Vedoucí práce: Mgr. Radim Weisser
Rok obhajoby: 2013

Abstrakt:

Cílem předkládané práce byla analýza a komparace vybraných funkčních a somatických parametrů v zimním přípravném období hráčů fotbalu v kategorii dorostenců. Výzkumný soubor byl zvolen záměrným výběrem. Do studie bylo zařazeno 12 hráčů, jejichž průměrný věk činil16,9±1,3 roků. Hráči podstoupili somatické vyšetření, maximální zátěžový test a test autonomního nervového systému pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Ve studii byly analyzovány a komparovány změny somatických, funkčních parametrů a komplexních indexů mezi vstupním a výstupním měřením. Komplexní indexy byly analyzovány i v průběhu přípravy. Byl zjištěn signifikantní nárůst hodnot u hmotnosti, BMI a FFM, Pmax, u SFmax došlo ke snížení. Byla prokázána pozitivní korelace mezi komplexními indexy CS a VA a změnou maximální spotřeby kyslíku. Testovaná skupina se vyznačovala výraznou nehomogenitou.

Klíčová slova: Testování fotbalistů, somatické parametry, funkční parametry, spektrální analýza variability srdeční frekvence, komplexní indexy, maximální spotřeba kyslíku.

Souhlasím s půjčováním magisterské práce v rámci knihovních služeb.

Author‘s first name and surname: Petr Mach

Title of the master thesis: Comparison of functional and somatic parameters an eight-week sports preparation of football players.

Department: Department of sport

Supervisor: Mgr. Radim Weisser

The year of presentation: 2013

Abstrakt:

The aim of the thesis was the analysis and comparison of selected functional and somatic parameters in the winter pre-season of football players in the junior category. The research assemblage was selected by intetional choice. The study included 12 players whose average age was 16,9 ± 1,3 years. Players went through a somatic examination, the maximum load test and the autonomic nervous system test by using spectral analysis of heart rate variability. The study analyzed and compared changes in somatic, functional parameters and complex indexes between input and output measurements. Complex indexes were analyzed also during preparation. There was significant increase of values for weight, BMI and FFM, Pmax, SFmax decreased. It was proved a positive correlation between complex indexes CS and VA and changing the maximum oxygen consumption. The test group was distinguished by a strong inhomogeneity.

Key words: Testing football, somatic parameters, functional parameters, spectral analysis of heart rate variability, comprehensive indexes, maximum oxygen consumption.

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí Mgr. Radima Weissera, uvedl všechny literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 30. 4. 2011

……

Děkuji Mgr. Radimu Weisserovi a PhDr. Michalovi Botkovi, Ph.D., za pomoc, trpělivost a cenné rady, které mi poskytli při zpracování diplomové práce.

OBSAH

1 ÚVOD.....9

2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....10

2.1 Charakteristika fotbalu 10

2.1.1 Fyziologická a antropometrická charakteristika hráčů.....11

2.2 Vývoj herního zatížení ve fotbale 14

2.3 Tréninkové cykly 15

2.3.1 Roční tréninkový cyklus 16

2.3.1.1 Přípravné období.....16

2.3.1.2 Předzávodní období 17

2.3.1.3 Závodní období 17

2.3.1.4 Přechodné období 18

2.3.2 Makrocyklus 18

2.3.3 Mezocyklus 18

2.3.4 Mikrocyklus 19

2.4 Charakteristika věkové kategorie – adolescence 19

2.5 Autonomní nervový systém.....21

2.6 Variabilita srdeční frekvence 22

2.6.1 Historie sledování variability srdeční frekvence.....23

2.6.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence.....24

2.6.2.1 Komponenty frekvenčního spektra 25

2.6.2.2 Parametry spektrální analýzy.....25

2.6.2.3 Faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence 26

2.6.2.4 Využití ve sportovním tréninku 27

2.7 Maximální spotřeba kyslíku.....28

2.8 Metody odhadu tělesného složení.....30

2.8.1 Bioelektrická impedance 31
3 CÍLE 32
3.1 Cíl práce 32
3.2 Dílčí cíle 32
3.3 Výzkumné otázky 32
4 METODIKA 33
4.1 Vlastní výzkum 33
4.2 Charakteristika testovaného souboru 33
4.3 Popis tréninkového zatížení 34
4.4 Metodika sběru dat 35
4.4.1 Test somatických parametrů 35
4.4.2 Testy funkčních parametrů 36
4.4.2.1 Test na ergometru LODE Valiant treadmill 36
4.4.2.2 Test diagnostickým systémem VariaPulse TF3 38
4.5 Zpracování dat 40
5 VÝSLEDKY A DISKUZE 41
5.1 Analýza a komparace somatických parametrů 41
5.2 Analýza a komparace funkčních parametrů 45
5.3 Analýza komplexních indexů 47
5.3.1 Průměrné hodnoty komplexních indexů během osmi týdnů 47
5.3.2 Vstupní a výstupní hodnoty komplexních indexů 49
5.3.3 Vývoj a změna hodnot komplexních indexů 51
5.4 Vztah mezi změnou VO2max a komplexními indexy 56
5.5 Limity studie 57
6 ZÁVĚRY 58
7 SOUHRN 60

8 SUMMARY 61

9 REFERENČNÍ SEZNAM 62

1 ÚVOD

Fotbal je velice atraktivní sport, který je oblíbený na celém světě. Mnozí lidé berou fotbal za svůj životní styl, ať už jako hráči, trenéři nebo funkcionáři. Ve světě je necelých 300 milionů registrovaných hráčů. Fotbal přináší radost ze hry, emoce, rozptýlení jak hráčům, tak divákům na celém světě. Fotbal prochází velmi dynamickým rozvojem. Hra se zrychluje, jsou kladeny stále vyšší požadavky na hráče. Hráči uplatňují široké spektrum fotbalových dovedností.

Se stále většími požadavky na hráče musí korespondovat i kvalitnější sportovní příprava. V dnešní době u klubů na nejvyšší úrovni nechybí každodenní monitorování hráčů. Existuje mnoho druhů monitorování, avšak mají stejný cíl přispívající ke zkvalitnění a zvýšení efektivity tréninkového procesu.

Předkládaná práce se zabývá posouzením a zhodnocením kvality tréninkového procesu. Hráči byli testování před zimní sportovní přípravou, monitorování každý týden při přípravě a závěrečně testování po přípravě. Testování během přípravy probíhalo promocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Spektrální analýza variability srdeční frekvence je moderní metoda využívaná pro analýzu změn autonomního nervového systému. V praxi nám tato metoda umožňuje diagnostikovat trénovanost jedince, přetrénování či přetížení organismu testovaného hráče, což napomáhá hlavně trenérům v optimalizaci tréninkového procesu (Javorka et al., 2008).

V této práci budou posuzovány změny somatických a funkčních parametrů hráčů. Výsledky budou konfrontovány s dalšími studiemi zabývajícími se podobnou problematikou.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Charakteristika fotbalu

Fotbal je označován za nejpopulárnější a nejrozšířenější ze všech odvětví sportu. Je to hra, při které proti sobě soutěží dvě mužstva. Nejdůležitější při utkání je spolupráce jednotlivých členů, pomocí které se snaží dosáhnout společného cíle. Hlavní motiv je zvítězit nad soupeřem ve fair play utkání (Lička & Magnusek, 2006).

„Fotbal na výkonnostní úrovni se vyznačuje vysokými nároky na hráče i trenéry, a to jak na úrovni profesionální, tak amatérské. Moderní fotbal vyžaduje od všech aktérů velkou míru nasazení, připravenosti a koncentrace“ (Frank, 2006, 7).

Pojetí hry je v současnosti označováno neustálým vzestupem požadavků na intenzitu herních činností v utkání při současně se zvětšující složitosti. Hráč má stále méně času i méně prostoru na uskutečnění herních činností. Fotbal je v současnosti i z psychického hlediska náročnější. Mezi hlavní rysy, charakteristické pro aktuální vývoj hry, patří: intenzifikace, intelektualizace a univerzálnost. Pod pojmem intenzifikace se rozumí neustálé zvyšování intenzity činností, které hráči uplatňují při utkání. Spadá sem i zvyšování počtu obranných a útočných fází. Díky tomu jsou zvyšovány požadavky na hráče, zejména na trénovanost, na techniku, na spolupráci, na kvalitu taktického jednání, herního myšlení apod. Pod pojem univerzálnost se skrývá schopnost hráčů podat kvalitní výkon na různých herních postech za proměnlivých podmínek utkání. Ve hře se v jednotlivých fázích utvářejí různá rozestavění hráčů a přeskupováním mezi jednotlivými posty. Při různém situačním seskupení se vyžaduje od hráče určitá univerzálnost, která se projevuje jako herní účelovost. Intelektualizace je projevem zvyšování nároků na psychické kvality hráče. Psychické kvality dávají možnost hráči kreativně a správně řešit komplikované herní situace. Mají také podíl na úrovni kombinačních schopností a na celkovém přispění hráče ke strategii týmu v utkání (Bedřich, 2006; Kačáni, 2005; Votík & Zalabák, 2011).

Z vývojových trendů je zřejmé, že ve srovnání s hrou v nedávné minulosti je nynější fotbal rychlejší, více agresivnější - probíhá více kontaktů mezi hráči. Podstatné a kvalitativní změny ve vývoji hry jsou důsledkem koncepce a plánování dlouhodobé přípravy. Trendy moderního fotbalu směřují k systematickému trénování hráčů a vybírání konkrétních profilů hráčů, jenž soutěží na nejvyšších úrovních. Zvyšuje se význam taktické stránky herního výkonu (Bunc & Psotta, 2003; Stolen et al., 2005).

V nynější teorii fotbalu je uváděn rozdíl mezi pojmy systém hry a rozestavění hráčů. V dřívějších dobách byly tyto dva pojmy ztotožňovány. Zdůrazňováno není rozestavění hráčů, nýbrž obsah útočných a obranných činností hráčů. Systém hry je chápán jako způsob organizace hry mužstva. Spadá sem veškerá činnost a vzájemná spolupráce hráčů v přesně vymezených funkcích a úkolech. Herní systém určuje rámec hry. Je to formální prostředek sloužící k zachování relativně stabilních prostorových vztahů při zakomponování daného herního obsahu do děje hry. Vnější formou herního systému je schéma základního rozestavění hráčů, určuje počet útočníků, záložníků a obránců (Borbély et al., 2001; Kačáni 2005).

2.1.1 Fyziologická a antropometrická charakteristika hráčů

V antropometrických a fyziologických vlastnostech u elitních hráčů existují určité individuální rozdíly. I přesto jsou normy, dovolující hrát na profesionální úrovni jen těm nejlepším. U výběru talentů je podle výsledků možno posuzovat, zda se dotyční mohou dostat mezi elitní hráče (le Gall et al., 2010).

Dle Grasgrubera & Caceka (2008) antropometrická měření u fotbalistů poukazují na to, že neexistují žádné přesné limity ideální tělesné kompozice. Mezi elitními fotbalisty jsou hráči s výškou pod 170 cm ale i nad 190 cm. „Většina fotbalistů má průměrný, popřípadě mírně nadprůměrný tělesný vzrůst s málo homogenními somatotypy, jež se pohybují v oblasti střední až vyšší endo-mezomorfie nebo ekto-mezomorfie“ (Grasgruber & Cacek, 2008, 255).

Studie, které hodnotí hráče dle hráčského postu, určují odlišné antropometrické a fyziologické charakteristiky na daném postu. Tyto odlišnosti

jsou dány různou vytížeností hráčů v utkání. Každá poziční role hráče má své specifické zatížení v průběhu utkání (Gil et al., 2007).

U brankářů je typická vysoká a robustní postava s dlouhými končetinami. Brankáři patří mezi nejvyšší a nejtěžší hráče týmu. Disponují vysokou mírou flexibility, mrštnosti a výbušné síly. Středový obránci se vzrůstem a proporcemi podobají brankařům, i když jsou štíhlejší. Oproti záložníkům a útočníkům mají vyšší procento tělesného tuku a nižší aerobní výkonnost. Jejich rychlostí, silové a výbušné výkony se řadí k nejlepším. Krajní obránci bývají štíhlejší a nepříliš vysocí jako středový obránci. Záložníci mívají nižší svalovou sílu, fyzicky bývají nejslabší ale aerobně nejvýkonnější. Během zápasu mají vyšší hodnoty relativní spotřeby kyslíku oproti obráncům a útočníkům. Útočníci mívají variabilní rozměry, bývají nejrychlejšími hráči v týmu ve sprintech o délce 5, 10 a 20 m (Grasgruber & Cacek, 2008; Sporis et al., 2009).

Průměrné hodnoty hmotnosti a výšky z jednotlivých studií, které uvedla ve svém článku Strauss et al. (2012), jsou zobrazeny v tabulce 1. U každé studie je uveden počet zúčastněných respondentů (n).

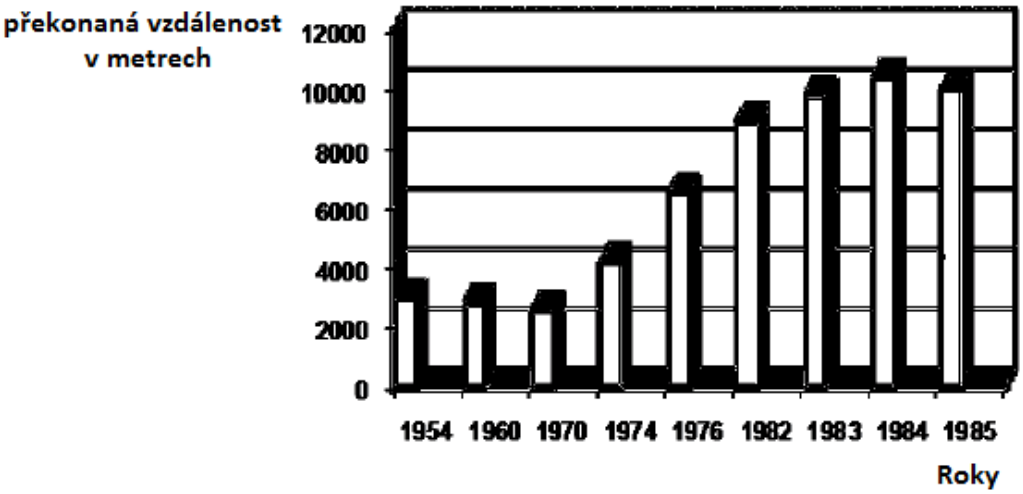
Hodnoty VO_2max se u fotbalistů udávají v průměru 55-65 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. U profesionálů je v současnosti minimum 60 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. U týmu německé 3. Ligy TSV Battenberg byla v roce 1988 naměřená průměrná hodnota VO_2max 69,2 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Současné výzkumy poukazují na to, že optimální průměr u elitních týmů je v rozmezí 65-70 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Průměrné hodnoty hráčů z pole se pohybují mezi 55-75 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, kdežto brankáři mají průměrné hodnoty mezi 50-55 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Grasgruber & Cacek, 2008; Stolen et al., 2005).

Tabulka 1. Antropometrický profil hráčů fotbalu (upraveno dle Strauss et al., 2012)

Study	Level/Country	n	Height (cm)	Weight (kg)
Arnason *et al.* (2004)	Icelandic elite and first division	236	180.6	76.5
Burgess, Naughton & Norton (2006)	Australian national players	45	181.1	78.7
Casajus (2001)	Spanish First Division	15	180.0	78.6
Chamari *et al.* (2005)	National 14-year old	18		60.5
Cometti *et al.* (2001)	Professional First division	29	179.8	74.5
	Professional Second division	34	178.0	73.5
	Amateur	32	177.7	76.5
Durandt *et al.* (2007)	South Africa elite	37	176.0	73.0
Figueiredo *et al.* (2009)	Portuguese 11-12-year old	87	144.6	38.1
	Portuguese 13-14-year old	72	163.5	54.1
Gissis *et al.* (2010)	Elite	18	169.1	68.17
	Sub-elite	18	168.6	67.74
	Recreational	18	168.8	69.87
Helgerud *et al.* (2001)	Norwegian junior elite	19	181.3	72.2
Kalapotharakos *et al.* (2006)	National Greek league	19	180.0	78.0
McMillan *et al.* (2005)	16.9 years	16	177.0	70.6
Malina *et al.* (2000)	11-12 years	63	151.0	43.1
	13-14 years	29	163.0	52.5
	15-16 years	36	174.0	64.1
Barry & Drust (2006)	English Division 1 (2003)	28	179.0	81.0
	English Division 1 (2004)	27	180.0	83.0
Reilly, Bangsbo & Franks (2000)	Danish elite	110	177.0	76.4
Reilly *et al.* (2000)	Elite youth	16	171.0	63.1
	Sub-elite youth	15	175.0	66.4
Rienzi *et al.* (2000)	South American elite	11	177.0	74.5
Stroyer, Hansen & Klausen (2004)	Denmark youth elite	26	172.2	57.5
Strudwick, Reilly & Doran (2002)	Premier league	19	177.0	77.9
Vayens *et al.* (2006)	Ghent elite under-13	48	151.8	40.3
	Ghent elite under-14	32	157.7	44.3
	Ghent elite under-15	37	167.5	53.4
	Ghent elite under-16	35	171.7	57.9
Wisloff *et al.* (1998)	Norwegian elite	29	180.9	76.9
Wisloff *et al.* (2004)	Norwegian elite	17	177.3	76.5

2.2 Vývoj herního zatížení ve fotbale

Fotbal je dynamický sport a již dlouhou dobu se odborníci zabývají analýzami překonaných vzdáleností během utkání. Hodnoty získané při měření jsou užitečné v praxi při vytváření koncepce kondičního tréninku, odrážejí profil zátěže. Překonané vzdálenosti během utkání velmi úzce souvisí s využívaným herním systémem a taktikou. Důležitou roli zde hraje herní post daného hráče (Kollath, 2006).



Obrázek 1. Průměrné překonané vzdálenosti hráčů během utkání v letech 1954 až 1985 (upraveno dle Kollatha, 2006,18)

Z obrázku 1 je zřejmý postupný nárůst uběhnuté vzdálenosti v průběhu jednoho zápasu. Je zde patrná výrazná změna mezi lety 1970 a 1985. Mezi těmito lety došlo až téměř ke čtyřnásobení překonané vzdálenosti během zápasu z původních 3,3 km na 11 km.

Psotta et al., (2006) uvádí, že se v současné době pohybuje tato vzdálenost v rozmezí 8-14 km. Například v anglické Premier League se vzdálenost za posledních deset let zvýšila průměrně o 1,5 km za zápas. Každé měření je prováděno proto, aby bylo následně využito v praxi. Zjištění průměrné uběhnuté vzdálenosti za zápas slouží například k optimalizaci tréninků, přistupování k jednotlivým hráčům individuálně, při kterém je brán v potaz herní post hráče.

Po srovnání dalších studiích lze usoudit, že průměrná vzdálenost se pohybuje mezi 10-12 km. Například Bradley et al. (2009) uvádí průměrnou hodnotu 9,3-11,6 km, Mohr, Krustrup & Bangsbo (2003) uvádějí průměrné hodnoty dle postu hráčů: útočník 10,5 km, obránce 10,8 km, středový hráči 11,7 km. Calahorro et al. (2011) uvádí průměrnou hodnotu 10-14 km.

2.3 Tréninkové cykly

Sportovní trénink je proces, ve kterém se uplatňuje systémový přístup. Je to přístup, chápající jevy komplexně v jejich vnitřních a vnějších souvislostech. Nepostrádá tedy promyšlenou kontinuitu, pomocí níž jsou omezeny na minimum nahodilosti ve výběru a posloupnosti tréninkového působení. Z organizačního hlediska je to chápáno, jako důsledné uplatňování různě dlouhých tréninkových cyklů (Dovalil et al., 2002; Choutka & Dovalil, 1991).

Moravec et al. (2007) uvádí, že každý cyklus představuje relativně ukončenou posloupnost opakujících se časových úseků tréninkového procesu. Jednotlivé cykly jsou propojené vzájemnou návazností a tvoří celek. Každý následující cyklus je částečné opakování cyklu předcházejícího, ale jsou vněm zakomponovány nové inovační a intenzifikační prvky.

„Cyklem označujeme uzavřený tréninkový celek, v němž se řeší jeden či více úkolů, které spolu zpravidla úzce souvisí“ (Choutka & Dovalil, 1991, 238).

Perič & Dovalil (2010) rozlišují typy tréninkových cyklů z hlediska časového na roční tréninkový cyklus, makrocyklus, mezocyklus, mikrocyklus a tréninkovou jednotku. Pro jednotlivé cykly platí, že cykly vyšší úrovně jsou složeny z cyklů nižší úrovně. Stanovené cíle u cyklů nižší úrovně musí vždy vycházet z cyklů vyšší úrovně.

2.3.1 Roční tréninkový cyklus

Je považován za základ dlouhodobého tréninkového procesu. Každý roční cyklus má své cíle a úkoly charakterizované tak, aby na sebe navzájem navazovaly a zajišťovaly plynulý růst výkonnosti sportovce. Roční cyklus bývá obvykle členěn na čtyři jednotlivá období (makrocykly). Je to období přípravné, předzávodní, hlavní neboli závodní a přechodné. Jednotlivá období mají svoji stanovenou délku a z potřeb dané specializace vychází jejich podoba. Dle hlavních soutěží se specifikuje jejich délka, zařazení v kalendářním roce a konkrétní zaměření (Dovalil et al., 2002; Choutka & Dovalil, 1991; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.1.1 Přípravné období

Je důležité z hlediska dlouhodobého růstu sportovní výkonnosti. Má vytvořit základy budoucího výkonu a zajistit předpoklady pro tento růst. Hlavní úkol tohoto období je zvýšení trénovanosti. Zaměřuje se na zvýšení funkčních stropů jednotlivých orgánu a jejich systémů. Projevuje se v oblastech kapacity srdečně-cévního systému, dýchacího systému – zvýšení maximální spotřeby kyslíku (VO_2max), energetických rezerv organismu, řízení pohybů apod. Přípravné období se dělí na dvě etapy. V první etapě je trénink zaměřen obecně a v druhé speciálně. V první etapě má trénink většinou charakter všeobecný a využívá nespecifických cvičení (všeobecných). Ve druhé etapě se postupně přechází na specializovaný trénink. Využívají se cvičení s vyšší až maximální mírou specifičnosti. Nespecifická cvičení zůstávají, ale mají regenerační a kompenzační roli. Dohází k rozvoji síly svalových skupin, které jsou zásadní pro danou specializaci. V tréninku se prolíná více pohybových schopnosti – přestávají se rozvíjet jednotlivě. Kombinují se s pohybovými dovednostmi daného sportu, čímž dosahujeme vyšší komplexnosti tréninkových podmětů (Dovalil et al., 2002; Choutka & Dovalil, 1991; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.1.2 Předzávodní období

Dle Dovalila et al. (2002) trvá toto období 2-4 týdny. Perič & Dovalil (2010) uvádí délku období 2-4 měsíce, což je délka přibližně shodná s předcházejícím přípravným obdobím.

Toto období plynule přechází k prvním startům mistrovských soutěží. Jeho hlavním úkol je dosažení vysoké sportovní formy. Trénink si zachovává vysokou intenzitu i objem. Dosažená úroveň funkčních parametrů organismu se převádí do požadavků konkrétní sportovní specializace. Do tréninku jsou zařazovány techniky a taktiky dané disciplíny s vysokým kondičním zatížením. Na konci tohoto období se přechází ke specializovanému tréninku. Přechází se od objemového tréninku ke specializovanému, používá se metod kontrastu, postupně se zvyšuje zatížení komplexního typu, preferují se prostředky zaměřené na stabilizaci rozhodujících faktorů daného sportovního výkonu, zajišťuje se dostatečná regenerace sportovců, zvyšuje se počet tréninkových jednotek modelující soutěžní podmínky (Dovalil et al., 2002; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.1.3 Závodní období

V tomto období se soustřeďují soutěže. Hlavním cílem je dosažení co možná nejvyššího výkonu v těchto soutěžích. Úkol tréninků spočívá ve vytváření podmínek pro udržení, vyladění sportovní formy. Délka závodního období je velice variabilní – od několika dnů po měsíce. Tréninková činnost je přizpůsobena kalendáři soutěží, mění se podle jejich aktuálních potřeb a stavu sportovce či družstva (Dovalil et al., 2002; Choutka & Dovalil, 1991; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.1.4 Přechodné období

Trvání období je obvykle 3-6 týdnů, při vícenásobné periodizaci ročního cyklu bývá toto období kratší. Od ostatních období ročního tréninkového cyklu se výrazně liší. Hlavní pozornost je věnována především regeneraci a co nejdůkladnějšímu zotavení organismu po předcházejícím namáhavém, jak fyzicky tak psychicky, vyčerpávajícím soutěžním zatížení. Obsahem tréninků bývají aerobní cvičení, doplňkové sporty, různé sportovní hry, někdy jsou zařazovány starty ve sportech, které nesouvisejí s danou specializací sportovce (Dovalil et al., 2002; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.2 Makrocyklus

Je to dlouhodobý cyklus, jehož délku trvání specifikují autoři rozlišně. Jako nejdelší období trvání makrocyklu je označován čtyřletý cyklus (olympijský). Dále autoři uvádí roční, půlroční cyklus. Můžeme se také setkat s cykly o délce jednoho až tří měsíců, jež jsou součástí tzv. období ročního tréninkového cyklu (Dovalil et al., 2002; Choutka & Dovalil, 1991; Perič & Dovalil, 2010).

Hohmann, Lames & Letzelter (2010) rozlišují tyto typy makrocyklů: úvodní, základní, kontrolní, předsoutěžní, soutěžní, obnovovací a přechodový. Jednotlivé typy se liší danými úkoly, zatížením a obsahem.

2.3.3 Mezocyklus

Je to střednědobý cyklus, který zpravidla trvá 4 týdny. Jsou i mezocykly trvající 2 týdny anebo 5-6 týdnů. Mezocyklus chápeme jako období tréninkové přípravy trvající déle než dva mikrocykly. Obsah tréninků se v mezocyklech mění a vyžaduje plánovité střídání velikosti zatížení, stanovení optimálního poměru mezi objemem a intenzitou, kombinování všeobecných a speciálních cvičení (Choutka & Dovalil, 1991; Perič & Dovalil, 2010).

2.3.4 Mikrocyklus

Je to krátkodobý několikadenní cyklus. Obsah je podřízen mezocyklům. Mikrocykly hrají rozhodující úlohu v praktické organizaci tréninkového procesu. Svoji délkou trvaní nejvíce vyhovuje aktuálním požadavkům tréninkových potřeb a změn. Z hlediska obsahové a zátěžové variability rozlišujeme tyto typy mikrocyklů: všeobecně rozvíjející, speciálně rozvíjející, kontrolní, vylaďovací, soutěžní, stabilizační, regenerační (Perič & Dovalil, 2010).

2.4 Charakteristika věkové kategorie - adolescence

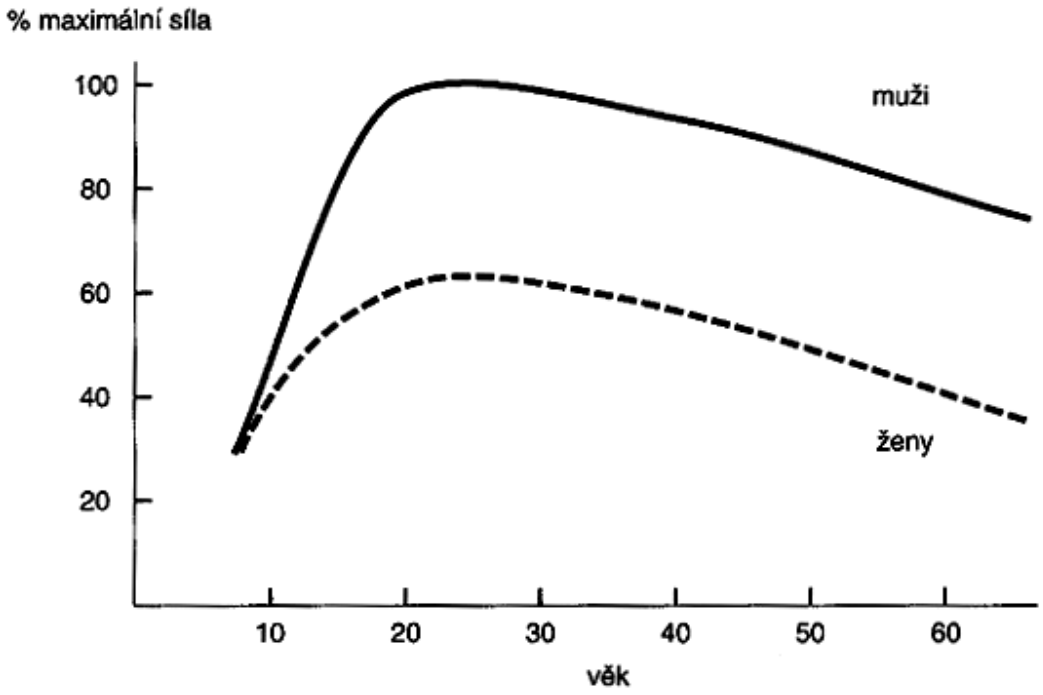
Toto období je označováno za období dospívaní – adolescence. Někteří autoři uvádí věkové rozpětí už od 10 do 20 let. Adolescence je v takovém případě rozdělena na tzv. ranou adolescenci (10-15 let) a pozdní adolescenci (15-20 let) (Vágnerová, 2008). Například Říčan (2004) uvádí věkové rozpětí od 15 do 20-22 let. Paulík (2004) označuje adolescenci za druhou fázi dospívání ve věkovém rozmezí zhruba od 15 asi do 18/21 let. Čížková et al. (2005) řadí mezi adolescenty chlapce od 17 let a dívky od 16 let s tím, že horní hranici neuvádí, jelikož se horní věková hranice adolescenta nedá přesně stanovit, protože ji ovlivňuje řada skutečností například společenské a kulturní zvyklosti.

> V tomto období dochází ke komplexní proměně osobnosti ve všech oblastech: somatické, psychické i sociální. Mnohé změny jsou primárně podmíněny biologicky, ale vždy je významně ovlivňují psychické a sociální faktory, s nimiž jsou ve vzájemné interakci. Průběh dospívaní je závislý na konkrétních kulturních a společenských podmínkách, z nichž vyplývají požadavky a očekávání společnosti ve vztahu k dospívajícím. (Vágnerová, 2008, 321).

Významným signálem dospívaní je tělesná proměna. Tato změna je intenzivně prožívána jelikož vlastní zevnějšek je součást identity. Sociální hledisko zde hraje významnou roli. U chlapců je to především růst a posléze

rozvoj svalů. Například vyšší postava dává jedinci šanci získat lepší sociální status (Vágnerová, 2008). Vstup do adolescence je tedy dán dobou tělesného dozrávání. Muž o něco později, žena o něco dříve. Růst do výšky je výraznější u chlapců než u dívek. Trup roste více než končetiny, postava dostává konečné dospělé proporce. U chlapců mohutní svalstvo a tím jejich postava dostává mužnější vzhled (Říčan, 2004).

Čížková et al. (2005) uvádí, že somatický vývoj v adolescenci je ukončen. Adolescent získává svoji konečnou podobu. Období charakterizuje vysokou výkonností, dosahováním i špičkových výkonů.

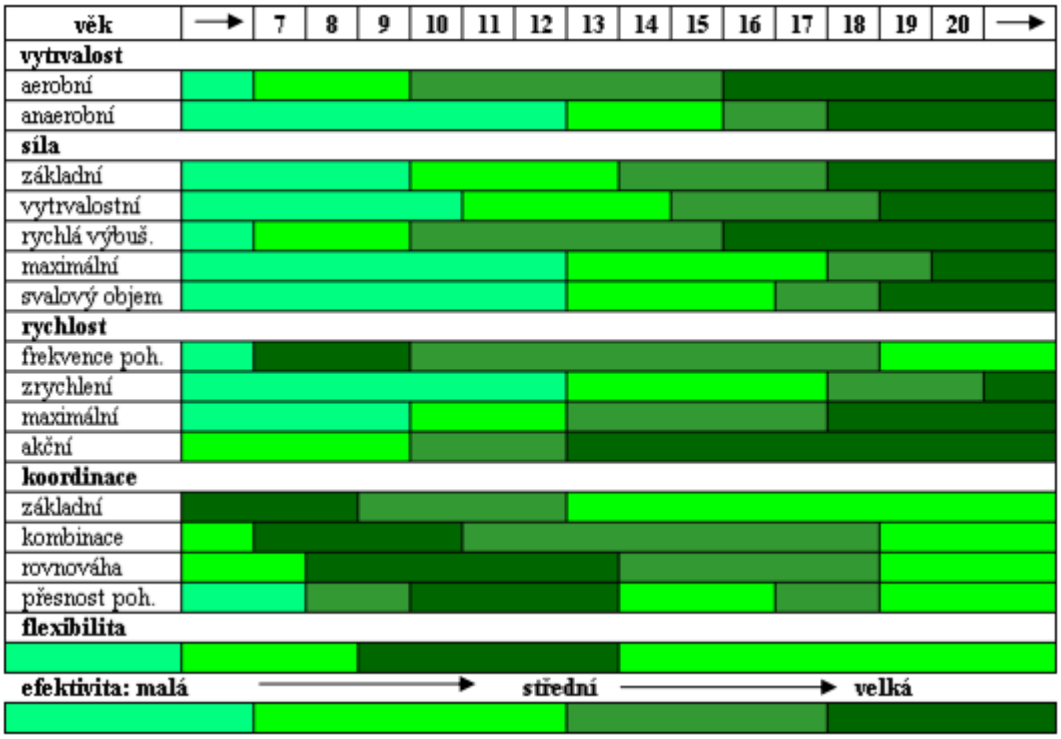


Obrázek 2. Vzrůst a pokles síly v průběhu života (Říčan, 2004, 192)

V adolescenci začínají mít velký význam aktivní zájmy, zejména sport. Sport je možností kde jedinci mohou projevit soupeřivost, určitou úroveň agresivity. Je příležitostí porovnat se s druhými, čelit vlastní únavě a strachu. Důležitou roli zde hraje dobrý kolektiv. Sportovní trénink nacvičuje dobrovolnou kázeň, učí odhadnout vlastní síly. Pěstují se při něm návyky správné životosprávy a systematičnost (Říčan, 2004).

V tabulce 2 uvádím optimální věková období pro rozvoj motorických schopností, ze které vyplývá, že největší efektivity dosáhneme v tréninku vytrvalosti, síly – především rychlé výbušné síly, rychlosti – především akční.

Tabulka 2. Optimální věk pro rozvoj – efektivita tréninku dle Bedřicha (2006)



2.5 Autonomní nervový systém

V této části se budu zabývat autonomním nervovým systémem, který je důležitý pro následující kapitoly týkající se měření variability srdeční frekvence a její vyhodnocení – spektrální analýza variability srdeční frekvence.

Autonomní nervový systém je složitý systém, který koordinuje činnost orgánů a systémů celého těla s cílem udržení homeostazi organismu. Je zodpovědný za udržení dynamické rovnováhy základních životních funkcí. Je to především motorický systém hladkého svalstva orgánů, žláz, kůže, cév a srdeční svaloviny. Tento systém nepodléhá volní kontrole. Existují dvě skupiny autonomních nervových vláken: sympatická (pars sympathica,

sympatikus) a parasympatická (pars parasympathica, parasympatikus) (Javorka et al., 2008; Přidalová & Riegerová, 2009).

„Sympatikus aktivuje organismus k obraně či útěku – zvyšuje srdeční frekvenci a krevní tlak, rozšiřuje koronární tepny a bronchy, snižuje aktivitu trávicí soustavy. Naproti tomu parasympatikus vede ke snížení srdeční frekvence a tlaku a zvyšuje aktivitu trávícího systému“ (Naňka & Elišková, 2009, 259).

Tabulka 3. Přehled působení sympatiku a parasympatiku (upraveno dle Naňka & Elišková, 2009)

Děj nebo cílový orgán	**Sympatikus**	**Parasympatikus**
Metabolismus	Katabolismus	Anabolismus
Srdce	Zvýšení frekvence	Snížení frekvence
Krevní tlak	Zvýšení	Snížení
Žlázy	Snížení sekrece	Zvýšení sekrece
Produkce moči	Snížení	Zvýšení
Močový měchýř	Kontrakce svěračů	Dilatace svěračů
Sekrece slin	Snížení	Zvýšení

Ve výzkumné části se budu zabývat i měřením variability srdeční frekvence. Variabilita srdeční frekvence a její modulace je ovlivňována sympatikem a vagem. Modelový příklad vyšetření reaktivity autonomního nervového systému v klidových podmínkách, v leže, stoji a následném lehu, je považován za funkční vyšetření na přirozený relaxační a stresový stimul (Kolisko, Jandová & Salinger, 2004).

2.6 Variabilita srdeční frekvence

Srdeční rytmus projevuje neustálé změny s každým úderem srdce, není tedy za fyziologických podmínek pravidelný – je variabilní. Srdeční frekvence

projevuje změny i bez působení fyzického či emočního zatížení. Záleží na řadě vlivů, ať už vnějších nebo vnitřních. Je to například dýchání, působení endokrinního systému, centrálního nervového systému, fyzické a psychické zátěže. Variabilita srdeční frekvence je senzitivní parametr, který odráží regulaci srdeční aktivity převážně přes autonomní nervový systém (Javorka et al., 2008; Stejskal & Salinger, 1996).

Monitorování srdeční frekvence patří k rutinním vyšetřením používaných v tělesných cvičeních a ve sportu. Absolutní hodnota srdeční frekvence je důležitá při hodnocení lidské adaptability na zátěž. V průběhu zatížení je možné monitorovat současný stav organismu a upravovat zátěž na základě naměřených hodnot. Slouží k tomu například systémy Sportester, Polar elektro. Sportovci si mohou nastavit maximální a minimální hodnoty tepové frekvence. K udržení těchto hodnot napomáhá akustická signalizace, která se spouští v případě překročení nastavených limitů (Salinger et al., 1998).

Moderní a perspektivní přístup pro hodnocení intenzity fyzické zátěže se zabývá změnami srdeční frekvence ve vybraných časových intervalech nebo hodnocení variability srdeční frekvence v průběhu definované fyzické aktivity, především před a bezprostředně po fyzické zátěži. Z fyziologického hlediska se jedná o vyšetření kardiovaskulárního regulačního mechanismu, podmíněného současným stavem autonomního nervového systému, který reaguje na zatížení změnou srdeční frekvence a krevního tlaku. Hodnocení variability srdeční frekvence je důležité před a po zátěži, hodnocení tepové frekvence především důležité při zátěži. Pokud skloubíme obě tyto metody dohromady, můžeme dostat komplexní pohled na chování organismu včetně hodnocení adaptability a připravenosti organismu pro maximální sportovní výkon (Salinger et al., 1998).

2.6.1 Historie sledování variability srdeční frekvence

Dříve byla variabilita srdeční frekvence označována jako periodická variabilita srdce, R-R variabilita nebo také délka cyklické variability. Mezi první jména v souvislosti s měřením variability patří Stephan Hales a Carl Ludwig. Měření variability srdeční frekvence se uplatnilo v roce 1980 k rozpoznání rizika

úmrtí na infarkt myokardu. Od této doby se využívá pro měření patofyziologických a psychopatologických onemocnění, například diabetes, obezita, kouření, kardiovaskulární onemocnění, Parkinsonova choroba, úzkost, posttraumatická stresová porucha a další. K hodnocení variability byla nejdříve uplatňována metoda časové analýzy, později byla stanovena přesnější metoda spektrální analýzy (Javorka, 2008; Omerbergovic, 2009). Mezi první autory, co použili k hodnocení variability srdeční frekvence spektrální analýzu, řadí Opavský (2002) Peňáze, Fišera a Sayerse.

2.6.2 Spektrální analýza variability srdeční frekvence

Spektrální analýza variability srdeční frekvence je neinvazivní metoda pro hodnocení funkčního stavu autonomního nervového systému (Stejskal et al., 2002).

Hodnocení variability srdeční frekvence se stává moderní neinvazivní vyšetřovací metodou, která přináší přesné a objektivní informace o tepové frekvenci ovlivněné autonomním nervovým systémem prostřednictvím sympatiku a parasympatiku. Posuzuje tedy vliv autonomního nervstva na kardiovaskulární systém. K výpočtu se využívá spektrální analýza (Salinger et al., 1998).

„Metodika spektrální analýzy je založena na principu sledování oscilací intervalů mezi po sobě následujícími srdečními stahy (na EKG intervaly R-R). Podstatou spektrální analýzy je rozložení nepravidelného průběhu variability srdeční frekvence na pravidelné cykly, které reprezentují procesy ovlivňující průběh srdeční frekvence“ (Fráňa et al., 2005, 376).

Matematické zpracování R-R intervalů nám pomáhá poznat mechanismy vzniku variability srdeční frekvence. Analýza se provádí, buď z krátkodobých obvykle 5minutových záznamů EKG, ze kterých se získají výsledky tzv. krátkodobé short-term variability, nebo dlouhodobých 24hodinových záznamů EKG, ze kterého hodnotíme long-term variability (Javorka et al., 2008).

2.6.2.1 Komponenty frekvenčního spektra

Metoda spektrální analýzy variability srdeční frekvence je spolehlivou a reprodukovatelnou metodou, jež citlivě reflektuje nejen aktivitu parasympatiku, ale i balanci vagu a sympatiku. Podstatou metodiky je skutečnost, že ukazatele kardiovaskulárních funkcí oscilují současně v různých rytmech. Tito ukazatelé mají z fyziologického hlediska různý význam. Jednotlivé frekvence, na kterých dochází k oscilaci, lze rozdělit do tří spektrálních komponent:

- VLF (very low frequency) – velmi nízká frekvence (0,02-0,05 Hz),
- LF (low frequency) – nízká frekvence (0,05-0,15 Hz),
- HF (high frequency) – vysoká frekvence (0,15-0,50 Hz).

Pro určení spektra se využívá parametrických a neparametrických metod. Parametrická metoda - autoregresivní model (AR). Nejčastěji je používána neparametrická metoda – rychlá Fourierova transformace (FFT), pomocí níž je možné rychlejší zpracování, jelikož má jednodušší algoritmus. Umožňuje ze signálu zpětně analyzovat původní aktivity obou subsystémů (Vlčková, 2010; Javorka et al., 2008; Salinger et al., 1998).

Oblast HF je odrazem respiračního vlivu na činnost srdce. Je považována za ukazatel parasympatické aktivity a bývá nazývána jako respirační vlna. Oblast LF je výsledkem aktivity baroreceptorů ovlivněných sympatikem a parasympatikem. Tato oblast se fyziologicky zvýrazní při postavení, duševním stresem, mírným tělesným cvičení, tedy pomocí podnětů, které zvyšují aktivitu sympatiku. Bývá označována jako Mayerova tlaková vlna. Oblast VLF se vztahuje k termoregulačním mechanismům a k hormonálním systémům, které ovlivňují vazomotoriku (Javorka et al., 2008; Stejskal & Salinger, 1996).

2.6.2.2 Parametry spektrální analýzy

Dle Javorky et al. (2008) hodnotí spektrální analýzu tyto parametry:

- CS – komplexní ukazatel celkového skóre,
- VA – komplexní ukazatel vagové aktivity,
- SVB – komplexní ukazatel sympatovagové balance,

- Power HF, LF, VLF – spektrální výkon v pásmu HF, LF, VLF,
- Index LF/HF – poměr spektrálních výkonů LF:HF,
- Index VLF/HF – poměr spektrálních výkonů VLF:HF,
- Index VLF/LF – poměr spektrálních výkonů VLF:LF,
- CVV_{HF} – koeficient variace v pásmu HF,
- CVV_{LF} – koeficient variace v pásmu LF,
- CVV_{VLF} – koeficient variace v pásmu VLF,
- Rel HF, LF, VLF – relativní výkon v pásmu HF, LF, VLF (%).

2.6.2.3 Faktory ovlivňující variabilitu srdeční frekvence

Kardiovaskulární systém a variabilita srdeční frekvence jsou ovlivněny velkou řadou faktorů. Je to například věk, pohlaví, poloha těla, nadměrná fyzická aktivita, trénovanost, psychický stav, nemoc, spánek, jídlo, káva, alkohol, kouření (Javorka et al., 2008; Salinger et al., 1998).

Vlčková (2010) uvádí, že průkaznost poklesu hodnot spektrálního výkonu nízkofrekvenčního i vysokofrekvenčního pásma a také celkového spektrálního výkonu s věkem. Kuo et al. (1999) poukazují na to, že zásadní vliv na výsledcích vyšetření má věk. Uvádí, že důsledkem rostoucího věku je snižování spektrálního výkonu. Toto snížení se nejvíce projevuje ve vysokofrekvenčním spektru. Fukusaki, Kawakubo & Yamamoto (2000) také uvádí, že se variabilita srdeční frekvence mění s věkem. Pokazují ale na nejasnost, zdali je míra této změny dána fyziologickými změnami vlivem stárnutí nebo vlivem nemocí a fyzické zdatnosti.

Faktory, které ovlivňují úroveň aktivity autonomního nervového sytému negativně: únava, stav přetrénování či přetížení, nemoc, konzumace alkoholu, spánková deprivace, mentální stres, intenzita zatížení, věk. Oproti tomu pozitivně ovlivňuje aktivitu autonomního nervového systému regenerace a zdravý životní styl (Javorka et al., 2008; Stejskal et al., 2002).

2.6.2.4 Využití

Využití vyšetření spektrální analýzy má široké uplatnění v klinické praxi. Javorka et al. (2008) popisuje využití v porodnictví, v pediatrii, při kardiologických onemocněních srdce v dospělosti, po transplantaci srdce, při některých psychiatrických a neurologických onemocněních, v anesteziologii

Ve většině sportovních odvětví je jedním z diskutovaných problémů otázka proporcionality a mezi tréninkovou zátěží a následnou regenerací. Kvůli neustálému nárůstu požadavků na výkonnost sportovců, dochází k nadměrnému zatěžování daného jedince, což vede k redukci sportovní výkonnosti. Pomocí monitorování variability srdeční frekvence můžeme zjišťovat aktuální stav sportovce a tím předcházet chybám v tréninku, aby nedocházelo k přetrénování (Šlachta, Stejskal & Elfmark, 2004).

Javorka et al. (2008) uvádí možnosti optimalizace tréninkového procesu pomocí celkového skóre variability srdeční frekvence zjištěného longitudinálním měřením sportovce v optimální psychické i fyzické formě. Na základě srovnání původního celkového skóre a aktuálního celkového skóre sportovce lze upravovat tréninkové zatížení. Když je celkové skóre pod hranicí původního – snížíme intenzitu a zkvalitníme regeneraci. Když je celkové skóre nad hranící původního – zvýšíme intenzitu a objem tréninku. Pokud je celkové skóre velmi nízko pod původní hranici – přerušíme trénink a věnujeme se jen regeneraci.

Olšák (2004) popisuje ve své studii zkušenosti s uplatněním metody spektrální analýzy variability srdeční frekvence ve vrcholovém sportu. Dosáhl pozitivních výsledků v korekci sportovní přípravy vzhledem k požadavkům daného jedince. Zabýval se zjišťováním přetrénování a řízením sportovní přípravy k úpravě tohoto nežádoucího vlivu. Dále tuto metodu využíval v období před významným závodem – v období vylaďování sportovní formy. Uvádí, že tato metoda umožňuje posoudit individuální reakci na zatížení, neboť je vhodným ukazatelem stavu obnovy si sportovce.

2.7 Maximální spotřeba kyslíku

Maximální spotřeba kyslíku (VO_2max) je globálním ukazatelem výkonnosti celého transportního systému pro dýchací plyny. Je to numerické vyjádření celkové schopnosti absolvovat tělesnou zátěž a zregenerování se po namáhavém výkonu (Kučera & Dylevský, 1999).

Maximální spotřeba kyslíku je nejvyšší možná hodnota spotřeby kyslíku, které jsme schopni dosáhnout při práci velkých svalových skupin v jednotce času. Představuje tedy maximální množství kyslíku, které je organismus schopen přijmout a využít za minutu. Udává se buď v absolutních hodnotách l/min a nebo v relativních hodnotách v ml/min/kg. Je to funkční ukazatel celého transportního systému pro kyslík. Dynamičnost kyslíkového funkčního systému se projevuje prostřednictvím aerobního výkonu - maximální spotřeba kyslíku a prostřednictvím aerobní kapacity – schopnost dlouho pracovat na co nejvyšší hodnotě VO_2max (Moravec et al., 2007; Trzlík & Soumar, 2012).

Hodnota maximální spotřeby kyslíku je považována za cenný ukazatel pro vytrvalostní schopnosti. Je to spolehlivý ukazatel maximálního potenciálu aerobní produkce energie. Aerobní kapacitu jedince, lze ji naměřit v laboratoři na bicyklovém ergometru nebo na běhátku (Lehnert et al., 2010; Novotná & Novotný, 2007).

Dle Buzka et al. (2007) uvádím vybrané funkční data získané z měření v České republice u fotbalistů v kategorii dorostenců, výkonnostních hráčů a profesionálních hráčů ve srovnání s průměrnými výsledky ve světě (Tabulka 4).

Tabulka 4. Vybraná funkční data (upraveno dle Buzka et al., 2007)

Funkční data	VO_2max	v_{max}
Dorost	56-60	16,5
Výkonnostní	55	15,5
Profesionální	Více než 60	18
Ve světě	Více než 60	18,5-19

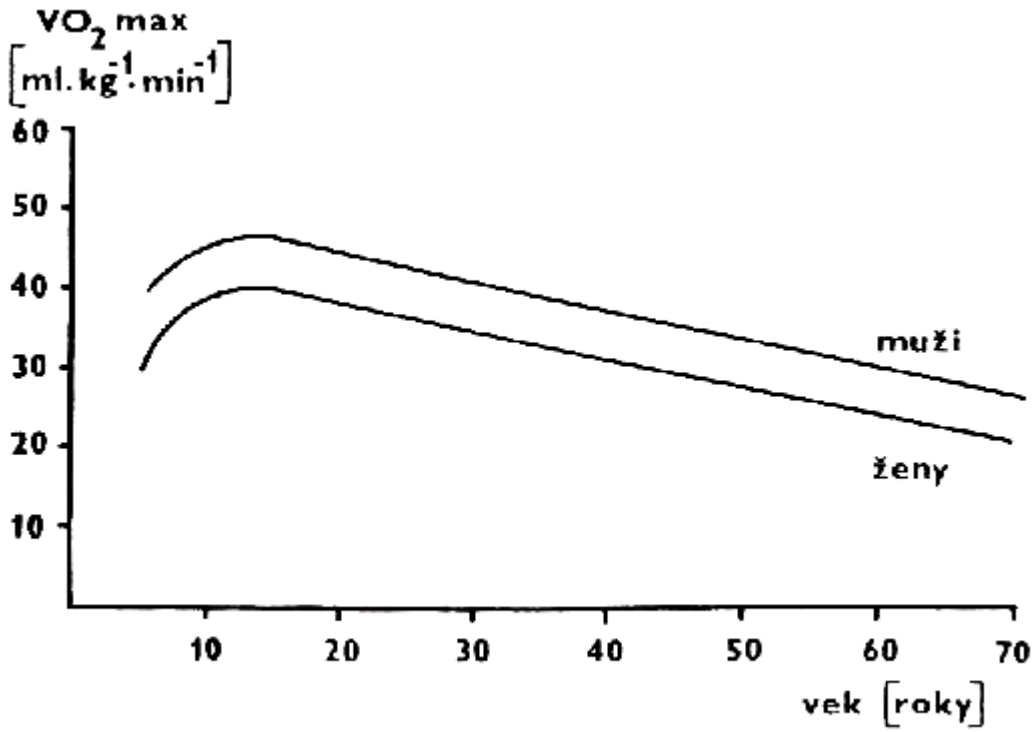
Vysvětlivky: VO_2max – maximální spotřeba kyslíku (ml/kg.min), v_{max} – maximální hodnota dosaženého výkonu (km/hod).

Stolen et al. (2005) uvádí ve svém článku souhrn studií od různých autorů, kteří se zabývali mimo jiné antropometrickými a funkčními charakteristikami fotbalových hráčů. Do tabulky 4 jsem vybral jen některé parametry – výška, hmotnost, VO_2max. Všichni autoři zde uvádí i počet respondentů (n) zapojených do výzkumu. Průměrné hodnoty uvedené v tabulce jsou doplněny o hodnotu směrodatné odchylky (± SD).

Tabulka 5. Fyziologický profil hráčů fotbalu, dle jednotlivých studií (upraveno dle Stolen et al., 2005)

Study	Level/country	n	Anthropometry		VO_{2max}
			height (cm)	weight (kg)	mL/kg/min
Apor	National/Hungary	8		68.6 ± 8.7	73.9 ± 10.8
Aziz et al.	National/Singapore	23	175.0 ± 6.0	65.6 ± 6.1	58.2 ± 3.7
Bangsbo	Elite/Denmark	21	177.0 ± 6.0	74.0 ± 8.0	62.6 ± 4.0
Bunc and Psotta	Elite/Czech	15	182.7 ± 5.5	78.7 ± 6.2	61.0 ± 5.2
	8 years/Czech	22	132.4 ± 4.3	28.2 ± 3.2	56.7 ± 4.9
Bunc et al.	Elite/Czech	15	182.6 ± 5.5	78.7 ± 6.2	61.9 ± 4.1
Casajus	Division 1/Spain	15	180.0 ± 8.0	78.5 ± 6.45	65.5 ± 8.0
	Division 1/Spain	15	180.0 ± 8.0	78.5 ± 6.45	66.4 ± 7.6
Chamari et al.	U-19 elite Tunisia-Senegal	34	177.8 ± 6.7	70.5 ± 6.4	61.1 ± 4.6
Chin et al.	Elite/Hong Kong	24	173.4 ± 4.6	67.7 ± 5.0	59.1 ± 4.9
Drust et al.	University/England	7	178.0 ± 5.0	72.2 ± 5.0	57.8 ± 4.0
Helgerud et al.	Division 1/Norway	21	183.9 ± 5.4	78.4 ± 7.4	60.5 ± 4.8
	After training period	21	183.9 ± 5.4	78.4 ± 7.4	65.7 ± 5.22
Heller et al.	League/Czech	12	183.0 ± 3.5	75.6 ± 3.4	60.1 ± 2.8
Impellizzeri et al.	Young/Italy	19	178.5 ± 4.8	70.2 ± 4.7	57.4 ± 4.0
Leatt et al.	U-16 elite/Canada	8	171.1 ± 4.3	62.7 ± 2.8	59.0 ± 3.2
	U-18 elite	9	175.8 ± 4.4	69.1 ± 3.4	57.7 ± 6.8
MacMillan et al.	Youth team/Scotland	11	177.0 ± 6.4	70.6 ± 8.1	63.4 ± 5.6
Matkovic et al.	Division 1/Croatia	44	179.1 ± 5.9	77.5 ± 7.19	52.1 ± 10.7
Nowacki et al.	Division 3/Germany	10			69.2 ± 7.8
Luthanen	U-18 plus U-17/Finland	25	178.6 ± 6.3	71.3 ± 6.8	56.0 ± 4.0
	U-16/Finland	21	177.1 ± 7.4	66.7 ± 6.8	58.0 ± 5.0
	U-15/Finland	29	174.7 ± 5.1	62.5 ± 6.5	57.0 ± 5.0
Rhodes et al.	Olympic/Canada	16	177.3 ± 6.5	72.6 ± 6.2	58.7 ± 4.1
Strøyer et al.	EbP/Danish	9	154.1 ± 8.2	42.5 ± 7.2	58.6 ± 5.0
	EeP/Danish	7	172.2 ± 6.1	57.5 ± 7.2	63.7 ± 8.5
Vanderford et al.	U-14/US	20	163.9 ± 0.4	49.9 ± 0.4	52.9 ± 1.2
	U-15/US	19	176.1 ± 0.3	62.8 ± 0.3	54.5 ± 1.3
	U-16/US	20	177.1 ± 0.3	68.6 ± 0.4	56.2 ± 1.5

Podle množství kyslíku, které je daný jedinec schopen využít, je určeno množství energie využitelné pro svalovou práci. Čím vyšší maximální spotřebou kyslíku jedinec disponuje, tím vyšší jsou jeho předpoklady pro intenzivní vytrvalostní zatížení. V běžné populaci je průměrná hodnota maximální spotřeby kyslíku 43 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (Hamar & Lipková, 2001).



Obrázek 3. Věková závislost maximální spotřeby kyslíku vyjádřené na kg tělesné hmotnosti (Hamar & Lipková, 200, 28)

2.8 Metody odhadu tělesného složení

Mezi metody odhadu tělesného složení patří: antropometrie, biofyzikální a biochemické metody – radiografie, ultrazvuk, infračervená interakce (NIRI), magnetická rezonance, denzitometrie, hydrostatické vážení, voluminometrie, pletysmografie, hydrometrie, DEXA – duální rentgenová absorpciometrie, bioelektrická impedance (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

2.8.1 Bioelektrická impedance

Metoda bioelektrické impedance je metodou neinvazivní. Využívá se jak u zdravých jedinců, tak i u pacientů s různými klinickými diagnózami. Je to v dnešní době populární, poměrně levný, rychlý, bezpečný, terénní, velice rozšířený způsob určování tělesného složení. Princip bioelektrické impedance je založen na vodivosti tkáně a jejím odporu vůči toku elektrického proudu. Kompozice těla je měřena bezpečným elektrickým proudem procházejícím tělem – 800 μA s frekvencí 50 kHz. V různých biologických strukturách jsou rozdíly ve vedení elektrického proudu. V beztukové tkáni je impedance nízká – vodivost je vysoká, jelikož obsahuje velké množství vody. Oproti tomu tuková tkáň je špatným vodičem, tudíž impedance je vykazuje vysoké hodnoty (Rutherford, Diemer & Scott, 2011; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem předkládané práce je analýza a komparace vybraných funkčních a somatických parametrů v zimním přípravném období 2013 hráčů fotbalu v kategorii dorostenců.

3.2 Dílčí cíle

1. Analyzovat data somatických parametrů hráčů: WEIGHT, BMI, BMR, FAT %, FAT MASS, FFM na začátku a na konci zimního přípravného období.
2. Analyzovat data funkčních parametrů VO_2max a Pmax na začátku a na konci zimního přípravného období.
3. Analyzovat data komplexních indexů CS, VA a S-V balance v průběhu, na začátku a na konci zimního přípravného období.
4. Komparovat získaná data na základě vybraných parametrů.

3.3 Výzkumné otázky

1. Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami somatických parametrů: hmotnosti, BMI, BMR, FAT%, FAT MASS, FFM?
2. Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami funkčních parametrů: VO_2max, Pmax, SFmax, SFmin.
3. Existuje statisticky významný rozdíl mezi vstupními, průběžnými hodnotami během osmi týdnů a výstupními hodnotami komplexních indexů CS, VA a SVB?
4. Existuje vztah mezi změnou VO2max a komplexními indexy CS, VA a SVB?

4 METODIKA

4.1 Vlastní výzkum

Pro výzkum byly použity testy somatických parametrů, funkčních parametrů a variability srdeční frekvence.

Z hlediska optimálnosti provedení testů, jsme se zaměřili na snížení míry množství faktorů, které by mohli ovlivnit průběhy testů. Vždy před každým testem byly testované osoby seznámeny z průběhem daného testu. Průběžné testování variability srdeční frekvence probíhalo v prostředí, které bylo pro hráče přirozené. Testovali jsme přímo na stadionu ve společenské místnosti. Snažili jsme se co nejvíce omezit hluk, aby prostředí bylo klidné a aby rušivé elementy neovlivňovaly průběh měření. Vstupní a výstupní testy se uskutečnily v laboratořích Univerzity Palackého v Olomouci na fakultě tělesné kultury.

Výzkum probíhal od 21.1.2013 do 29.3.2013. V průběhu prvního a posledního týdnu zmíněného období probíhaly výše uvedené vstupní a výstupní testy. Zbylých osm týdnů probíhalo měření variability srdeční frekvence každé pondělí od 7:30 přibližné do 10:30.

4.2 Charakteristika testovaného souboru

Testovaným souborem byli hráči oddílu 1. SK Prostějov hrající moravskoslezskou dorosteneckou ligu. Jednalo se o hráče kategorií U16, U17, U19. Ročníky hráčů jsou 1994, 1995, 1996, 1997. Testovaných hráčů bylo celkem 24. Hráči byli zvoleni záměrným výběrem (Chráska, 2007). Kriteria pro zařazení hráčů do studie a pro následné vyhodnocení byly:

- absolvování vstupních vyšetření,
- účast na minimálně 5/8 ranních vyšetření variability srdeční frekvence,
- absolvování minimálně 6/8 tréninkových cyklů,
- absolvování výstupních vyšetření.

Tyto kritéria splnilo ze základního souboru 12 hráčů. Ostatní hráči museli být z výzkumu vyřazeni. Nejčastějším důvodem vyřazení bylo neabsolvování stanoveného počtu ranních vyšetření, tréninkových cyklů a výstupních testů. Důvod pro neabsolvování výše zmíněného byla nemoc hráčů a zranění, které neumožňovalo splnit v plném rozsahu tréninkový program.

Každý testovaný byl informován o výzkumném projektu. Hráči byli seznámeni s anonymní formou zpracování dat pod číselným kódem.

Tabulka 6. Základní charakteristika všech probandů (n=12)

n – 12	**Průměr**	**SD**	**MAX**	**MIN**
Věk [roky]	16,9	1,3	18,7	15,2
Výška [cm]	180,3	4,9	192,0	175,0
Hmotnost [kg]	68,2	8,2	82,7	56,4
BMI	20,9	1,9	25,5	18,0

Vysvětlivky: n – počet probandů, SD – směrodatná odchylka, MAX – maximální hodnota, MIN – minimální hodnota.

4.3 Popis tréninkového zatížení

V plánovaném mezocyklu (8 týdnů) absolvovali hráči pod vedením profesionálních trenérů celkem 56 tréninkových jednotek. Tréninkové jednotky (TJ) byly rozděleny do dvou fází + regenerace. V 1. fázi, která probíhala v dopoledních hodinách, absolvovali hráči celkem 16 TJ. TJ zde byly zaměřeny na celkovou kultivaci pohybu hráčů, byly to tzv. atletické tréninky. V 2. fázi, která probíhala v odpoledních hodinách, absolvovali hráči celkem 32 TJ. Tyto TJ obsahovali poziční herní cvičení a průpravné hry, TJ zaměřené na rozvoj koordinace a kondice, TJ v posilovně. Celkový počet regeneračních jednotek, které proběhly na bazéně, byl 8.

V jednotlivých týdenních mikrocyklech byly cíleně zařazovány TJ s aditivní zátěží. 1. týden – 0 TJ, 2. týden – 2 TJ, 3. týden – 2 TJ, 4. týden – 3 TJ, 5. týden – 3 TJ, 6. týden – 0 TJ, 7. týden – 2 TJ, 8. týden – 2 TJ. Jednalo se o

intermitentní zatížení 4-6 s při intenzitě 100%. Trenéři si mohli zvolit jednu ze tří variant aditivní zátěže:

1. varianta (cca 18 min 30 s) – běh 40 m, počet opakování 7, počet sérií 2-3 dle pocitu trenéra, interval odpočinku mezi sériemi 4 min – aktivní,
2. varianta (cca 20 min) – běh 4x9 m, počet opakování 8, počet sérií 2-3 dle pocitu trenéra, interval odpočinku mezi sériemi 4 min – aktivní,
3. varianta (cca 21 min 30 s) – běh 2x15 m, počet opakování 9, počet sérií 2-3 dle pocitu trenéra, interval odpočinku mezi sériemi 4 min – aktivní.

4.4 Metodika sběru dat

4.4.1 Test somatických parametrů

Vyšetření somatických parametrů probíhalo pomocí přístroje Tanita BC418 využívající bioelektrické impedance. Tanita BC 418 je segmentální analyzátor tělesného složení. Využívá metodu přímé analýzy segmentové monofrekvenční bioelektrické impedance. Pomocí osmi polárních diod je přístroj schopen měřit hmotnost těchto segmentů lidského těla: pravé a levé horní končetiny, trupu, pravé a levé dolní končetiny. Ve výsledném formuláři je uvedené velké množství parametrů týkajících se složení těla (Völgyi et al., 2008).

V našem výzkumu jsme využily tyto parametry:

- Weight – váha,
- BMI – index tělesné hmotnosti,
- BMR – bazální metabolismus,
- FAT % – množství tělesného tuku v procentech,
- FAT MASS – množství tělesného tuku v kilogramech,
- FFM – množství tukuprosté hmoty.

Probandi byli seznámeni s průběhem a účelem testu. Byli informování o nežádoucích vlivech ovlivňující výsledky měření. Probandům bylo doporučeno nejíst a nepít po dobu 4 hodin, neabsolvovat nadměrnou fyzickou zátěž 12 hodin před testem, nepožívat alkoholické látky 24 hodin před testem.



Obrázek 4. Tanita BC-418. (http://www.tanitashop.co.uk/img/Tanita-BC-418.jpg)

4.4.2 Testy funkčních parametrů

4.4.2.1 Test na ergometru LODE Valiant treadmill

LODE Valiant treadmill (Nizozemí) je běžecký ergometr. Byl využit za účelem přiblížení pohybu vykonávaného v průběhu fotbalového utkání. Testovaní hráči zde podstoupili maximální zátěžový test do subjektivního maxima sloužící k získání zátěžových parametrů. Parametry, které byly využity v této práci, jsou následující:

- VO_2max (maximální spotřeba kyslíku),
- Wmax (maximální dosažený výkon),
- TFmax (maximální srdeční frekvence).

Vyšetření probíhala na fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci za přiměřeně standardních podmínek – průměrná teplota 22 ℃, průměrná vzdušná vlhkost 50 %. Probandům bylo doporučeno: nejíst dvě hodiny před testem, neabsolvovat intenzivní fyzickou zátěž 24 hodin před testem.

Před samotným testem byl hráčům nasazen snímač srdeční frekvence Polar T 31 (Finsko). Poté nasazena maska s průtokovým snímačem a připevněn jistící pás.

Průběh maximálního zátěžového testu se dělil na dvě části:

1. Rozcvičení a zahřátí organismu – tato část trvala celkově pět minut. Rychlost na počátku byla nastavena na 8 km.hod^{-1}. Sklon byl nastaven na úrovni 5%.
2. Vlastní test – část rozcvičení plynule navázala na předchozí část zvýšením rychlosti na 10 km.hod^{-1}. Po jedné minutě se zvyšovala rychlost až do 16 km.hod^{-1}. Dále se zvyšoval po jedné minutě skon vždy o 2 %. Při dosažení subjektivního pocitu maxima byl test ukončen.

V průběhu testu probíhala také analýza výměny plynů. Spirometrie nám umožňovala hodnotit metabolické vytížení organismu, pomocí kterého jsme mohli posoudit, zda testovaný hráč dosáhl opravdu svého maxima.



Obrázek 5. LODE Valiant treadmill (http://www.compek.cz/pool/vzor/fotog/104/clim_thumb_xxl_valiant-300x150-612.jpg)

4.4.2.2 Test diagnostickým systémem VarCor PF7

Systém VarCor PF7 (DIMEA Group s.r.o., Česká republika) slouží pro kvantifikování hodnocení autonomního nervového systému, které je založené na analýze variability srdeční frekvence. Systém snímá a analyzuje srdeční frekvenci z krátkodobého záznamu EKG v délce 300 tepů po dobu minimálně pěti minut.

VarCor PF7 se skládá ze snímací jednotky propojené se zesilovačem EKG a mikroprocesorem pro digitalizaci signálu. Pomocí USB kabelu bylo zařízení propojeno s PC. Software VarCorSport umožňuje přímé sledování EKG signálu, umožňuje také hlasové řízení průběhu vyšetření v případě měření jedné osoby. V jednom měření byli maximálně čtyři osoby. Měření bylo prováděno modifikovaným testem STOJ – LEH.

Průběh měření byl následující:

- seznámení hráčů s průběhem testu,
- nasazení hrudního pásu pro snímání EGK signálů,
- nasazení bederního pásu se zesilovačem EKG,
- propojení bederního, hrudního pásu a následné propojení s PC přes USB kabel,
- kontrola propojení, zápis jmen do software, kontrola průběhu EKG,
- uklidnění v lehu – 3 minuty,
- samotný test – STOJ 5 minut (300 tepů), LEH 5 minut (300 tepů),
- uložení výsledků, odepnutí hrudního a bederního pásu.

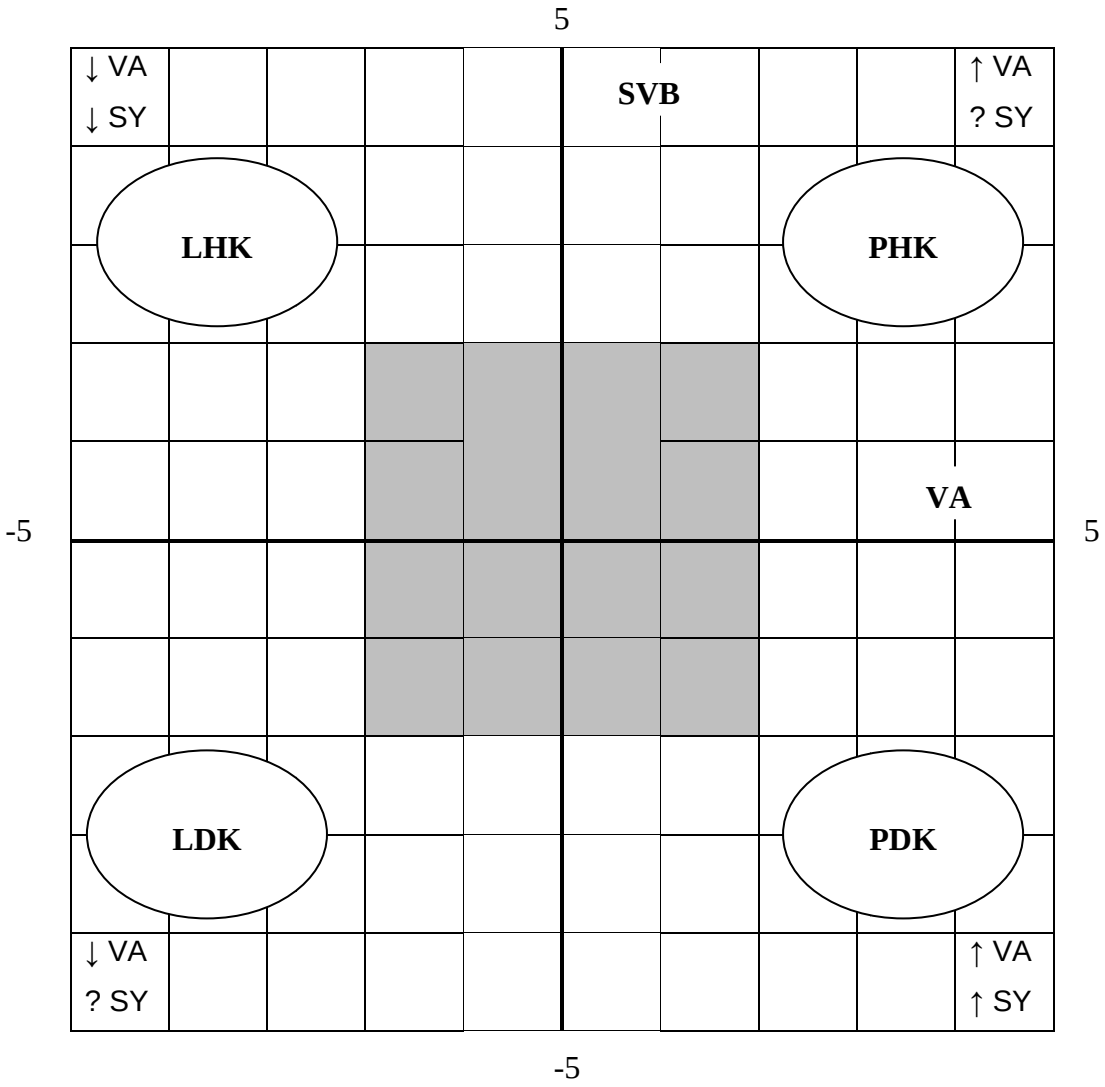
Získané parametry, které byly využité v této práci, jsou následující:

- CS – komplexní ukazatel celkového skóre,
- VA – komplexní ukazatel vagové aktivity,
- SVB – komplexní ukazatel sympatovagové balance.



Obrázek 6. VarCor PF7 (http://dimeagroup.com/obrazky/hwpf7_250.png)

Dle vzájemného vztahu indexů VA a SVB lze vyhodnocovat aktuální stav sportovců pomocí křížového grafu (obrázek 7).



Obrázek 7. Křížový graf průsečíků VA a SVB (upraveno dle Stejskala, 2004)

4.5 Zpracování dat

Utřídění a zpracování dat bylo provedeno pomocí počítačového software Microsoft Excel 2007. V Microsoft Excel 2007 byly provedeny početní procedury jako SUMA, PRŮMĚR, POČET, SMODCH. Tento program nám umožnil seskupit získaná data, následně vytvořit tabulky a grafy. Dále jsme využili počítačový software STATISTICA 10. Byly použity tyto testy: ANOVA, párový T-test.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Analýza a komparace somatický parametrů

Tabulka 7. Vstupní a výstupní hodnoty hmotnosti, BMI, BMR

	Weight [kg]		**BMI [kg·m^2]**		**BMR [kJ]**	
	Pre	**Post**	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**
Proband 1	56,4	59,8	18,0	18,5	6991	7381
Proband 2	65,7	67,7	20,3	20,7	7690	8142
Proband 3	70,1	69,8	22,4	22,3	8075	8021
Proband 4	67,8	69,2	21,2	21,8	8008	8063
Proband 5	78,7	83,2	22,0	23,5	8975	9381
Proband 6	65,2	66,2	20,3	20,7	7569	7761
Proband 7	63,6	66,9	20,8	21,8	7761	8146
Proband 8	67,6	68,8	20,9	21,5	7954	8075
Proband 9	80,9	82,0	21,9	22,2	9251	9339
Proband 10	57,7	60,1	18,6	19,2	6753	9671
Proband 11	62,5	64,0	19,3	19,8	7150	7184
Proband 12	82,7	78,6	25,5	24,3	9121	9025

Vysvětlivky: Weight – hmotnost, BMI – index tělesné hmotnosti, BMR – bazální metabolismus, Pre – vstupní měření, Post – výstupní měření.

Tabulka 8. Vstupní a výstupní hodnoty, průměr, SD, MAX, MIN

n=12	**Weight [kg]**			**BMI [kg·m^2]**			**BMR [kJ]**		
	Pre	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**
M	68,2	69,7	**.041**	20,9	21,4	**.042**	7941,5	8349,1	.110
SD	8,2	7,4		1,9	1,6		783,9	776,7	

Vysvětlivky: n – počet probandů, Weight – hmotnost, BMI – index tělesné hmotnosti, BMR – bazální metabolismus, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Pre – vstupní měření, post – výstupní měření, p – hladina statistické významnosti (p≤0,05).

Tabulka 9. Vstupní a výstupní hodnoty FAT, FAT MASS, FFM

	FAT [%]		**FAT MASS [kg]**		**FFM [kg]**	
	Pre	**Post**	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**
Proband 1	14,6	13,6	8,2	8,1	48,2	51,7
Proband 2	14,3	6,8	9,4	4,6	56,3	63,2
Proband 3	15,2	15,6	10,7	10,9	59,4	58,9
Proband 4	12,9	14,1	8,8	9,8	59,1	59,4
Proband 5	15,2	16,1	12,0	13,4	66,7	69,8
Proband 6	6,3	5,1	4,1	3,4	61,1	62,8
Proband 7	13,5	12,9	8,6	8,6	55,0	58,3
Proband 8	9,3	9,4	6,3	6,5	61,3	62,3
Proband 9	8,0	8,6	6,5	7,1	74,4	75,0
Proband 10	6,1	6,9	3,5	4,2	54,2	56,0
Proband 11	8,1	10,2	5,1	6,5	57,4	57,5
Proband 12	21,1	17,3	17,5	13,6	65,3	65,0

Vysvětlivky: FAT – množství tělesného tuku v procentech, FAT MASS – množství tělesného tuku v kilogramech, FFM – množství tukuprosté hmoty, Pre – vstupní měření, Post – výstupní měření.

Tabulka 10. Vstupní a výstupní hodnoty, průměr, SD, MAX, MIN

n=12	**FAT [%]**			**FAT MASS [kg]**			**FFM [kg]**		
	Pre	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**
M	12,1	11,4	.398	8,4	8,1	.572	59,9	61,7	**.014**
SD	4,3	3,9		3,7	3,2		6,5	6,0	

Vysvětlivky: n – počet probandů, FAT – množství tělesného tuku v procentech, FAT MASS – množství tělesného tuku v kilogramech, FFM – množství tukuprosté hmoty, Pre – vstupní měření, Post – výstupní měření, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti (p≤0,05).
.

Všech 12 probandů podstoupilo vstupní antropometrické měření. Průměrná výška činila 180,3±4,9 cm, průměrná hmotnost 68,2±8,2 kg a průměrné procento tuku 12,1 %.

Psota (2003) prováděl analýzu intermitentní pohybové aktivity u hráčů fotbalu, hrajících první a druhou českou dorosteneckou ligu. Jejich

antropometrické charakteristiky byly následující: tělesná výška 174,7±0,2 cm, tělesná hmotnost 60±6,3 kg. V porovnání s naším výzkumem měli hráči nižší hmotnost i výšku. Tento rozdíl (5,3 cm a 8,2 kg) mohl vzniknout vyšším počtem mladších hráčů. Při pohledu na naše nejmladší testované probandy je tento výsledek srovnatelný, ale stále vykazují vyšší hodnoty.

Gil et al. (2010) uvádí průměrné hodnoty hráčů v 17 letech: hmotnost 74,4±9,3 kg, výška 178±6,8 cm. Tyto hodnoty byly získány výzkumem, který probíhal ve Španělsku. Celkem bylo testováno 203 mladých fotbalistů – ve zmíněném věku (17 let) bylo 26 respondentů. V porovnání s námi provedeným měřením je výška hráčů o 2,3 cm vyšší. Hmotnost vykazuje nižší hodnoty. Ve studii také uvádí rozpětí 10-12 % tuku v těle, které považuje za vhodné vzhledem k věku testovaných hráčů. Průměrná hodnota našich hráčů, se nachází těsně na horní hranici uvedeného rozpětí s hodnotou 12,1 %. Nutno ale podotknout, že maximální naměřená hodnota byla 21,1 % tuku, což je dvojnásobek doporučené hodnoty a nejnižší zjištěná hodnota byla 6,1 % tuku, což je o polovinu nižší hodnota než spodní hranice výše zmíněného rozpětí.

Fajfer (2009) uvádí průměrnou hodnotu tělesné výšky finalistů MS 2007 177,4 cm. Námi zjištěné průměrné hodnoty tělesné výšky přesahují výše zmíněnou průměrnou hodnotu o 3,1 cm. Fajfer (2009) dále zmiňuje rozsah průměrných hodnoty BMI u kategorie U17 z MS 2005 21,5-23 a u kategorie U20 22,5-24 $kg \cdot m^2$. V porovnání s našimi výsledky BMI jsou hodnoty u obou kategorií vyšší.

Botek et al. (2010) uvedl ve své studii u hráčů fotbalu kategorie U19 s průměrným věkem 17,8 roků průměrnou hodnotu tělesné výšky 180,6 cm a tělesné hmotnost 73,4 kg. Průměrná výška je srovnatelná s průměrnou námi naměřenou hodnotou 180,3 cm. Avšak naši hráči vykazovali nižší hodnoty tělesné hmotnosti v průměru o 5,2 kg.

Ze statistické analýzy vyplývá, že ve změně vstupních a výstupních hodnot došlo u hmotnosti, BMI a FFM ke statisticky významnému rozdílu. Došlo tedy k signifikantnímu zvýšení hmotnosti, indexu tělesné hmotnosti i tukuprosté hmoty.

Hmotnost sledovaných fotbalistů vzrostla během osmi týdnů z hodnot 68,2±8,2 kg na 69,7±7,4 kg, tedy v průměru o 1,5 kg. V pohledu na jednotlivce je zřetelné, že nárůst hmotnosti byl u 83 % hráčů a u 17 % došlo k poklesu hmotnosti. Největší nárůst byl o 4,5 kg, největší pokles byl o 4,1 kg. Nárůst hmotnosti byl doprovázen poklesem procenta tělesného tuku v průměru o 0,7 %. V pohledu na jednotlivce jsme zjistili, že u 58 % hráčů se zvýšilo procento tuku a u 42 % se procento tuku snížilo. Tukuprostá hmota se v celkovém průměru zvýšila o 1,8 kg. U 83 % hráčů se navýšila hmotnost tukuprosté hmoty a u 17 % se hmotnost snížila.

Z celkového pohledu se tedy zvýšila hmotnost, snížilo se procento tuku a zvýšila se hmotnost tukuprosté hmoty. Příčina lze najít v zaměření tréninku. Trénink byl přednostně orientován na rozvoj síly a rozvoj rychlosti hráčů. Následkem tohoto tréninku bylo zvýšení svalové hmoty a tím zlepšení předpokladů pro svalovou práci.

Botek et al. (2010) se ve své studii zabýval posouzením změny mimo jiné somatických a funkčních parametrů u fotbalistů kategorie U19 v přípravném období. Hráči absolvovali pětitýdenní tréninkový cyklus. Za tuto dobu došlo u hráčů ke snížení hmotnosti v průměru o 0,72 kg a procento tělesného tuku vzrostlo o 0,28 %. V našem výzkumu jsme dospěli k opačnému jevu. Hmotnost vzrostla o 1,5 kg a procento tělesného tuku se snížilo o 0,8 %. Opačný nárůst či pokles hodnot lze přisoudit rozdílenému zastoupení TJ zaměřených na aerobní vytrvalost a na rozvoj síly.

V našem výzkumu jsme došli ke srovnatelným výsledkům s výzkumem, který uvádí Bunc (2008). Jeho výzkum probíhal po celý rok, ale uvádí i rozdíly hodnot mezi měsíci leden a březen. Hráčům se v tomto období průměrně zvýšila hmotnost z hodnoty 74,9±6,5 kg na 75,9±5,9 kg. V uváděném výzkumu je tedy rozdíl 1 kg, v našem výzkumu je tato hodnota 1,5 kg. Procento tuku se snížilo z hodnoty 10,0±1,9 % na 9,4±2,0 %. Rozdíl je tedy 0,6 %, v našem výzkumu se hodnoty procenta tuku snížili o 0,7 %. Tukuprostá hmota zaznamenala u našich testovaných hráčů vyšší nárůst. Hodnota se zvýšila o 1,8 kg oproti uváděnému výzkumu, kdy se hodnota zvýšila o 1,3 kg.

5.2 Analýza a komparace funkčních parametrů

Tabulka 11. Vstupní a výstupní hodnoty VO_2max, Pmax, SFmax

	VO_2max [ml·kg^{-1}·min^{-1}]		**Pmax [W·kg^{-1}]**		**SFmax [Tep·min^{-1}]**		**SFklid [Tep·min^{-1}]**	
	Pre	**Post**	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**	**Pre**	**Post**
Proband 1	50,8	51,0	5,7	6,2	208	205	82,15	84,99
Proband 2	53,4	52,1	5,7	5,7	207	193	66,96	66,33
Proband 3	49,5	52,4	6,0	5,7	203	194	53,65	52,11
Proband 4	53,5	52,6	6,5	6,5	193	188	57,49	57,25
Proband 5	52,7	55,1	5,7	6,1	180	180	49,94	59,31
Proband 6	57,8	61,1	6,5	7,0	207	200	64,25	63,61
Proband 7	56,4	53,4	5,7	5,7	193	192	60,33	63,61
Proband 8	54,3	53,2	5,6	5,7	190	190	55,16	54,13
Proband 9	52,9	51,8	5,7	6,2	193	190	73,49	63,36
Proband 10	58,9	62,3	6,2	6,5	214	210	57,30	58,24
Proband 11	44,4	38,2	6,2	6,1	202	196	92,07	86,19
Proband 12	51,0	54,5	5,4	6,2	205	202	63,55	57,99

Vysvětlivky: VO_2max – maximální spotřeba kyslíku, Pmax – maximální dosažený výkon, SFmax, klid – maximální, klidová srdeční frekvence, Pre – vstupní měření, Post – výstupní měření.

Tabulka 12. Vstupní a výstupní hodnoty, průměr, SD, p

n=12	**VO_2max [ml·kg^{-1}·min^{-1}]**			**Pmax [W·kg^{-1}]**			**SFmax [Tep·min^{-1}]**			**SFklid [Tep·min^{-1}]**		
	Pre	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**	**Pre**	**Post**	**p**
M	53,0	53,1	.845	5,9	6,1	**.037**	199,6	195,0	**.002**	64,7	63,9	.604
SD	3,7	5,7		0,4	0,4		9,3	7,8		11,9	10,5	

Vysvětlivky: n – počet probandů, VO_2max – maximální spotřeba kyslíku, Pmax – maximální dosažený výkon, SFmax, klid – maximální, klidová srdeční frekvence, Pre – vstupní měření, Post – výstupní měření, p – hladina statistické významnosti ($p \leq 0,05$), M – průměr, SD – směrodatná odchylka.

Všech 12 probandů se zúčastnilo vstupního testování na běžeckém ergometru, pomocí kterého jsme zjistili průměrné hodnoty ±SD těchto

funkčních parametrů: VO_2max 53,0±3,7 ml·kg^{-1}·min^{-1} , Pmax 5,9±0,4 W·kg^{-1} a SFmax 198,2 Tep·min^{-1}.

Průměrnou hodnotu maximální spotřeby kyslíku pro elitní fotbal uvádí Reilly et al. (2000) 60 ml·kg^{-1}·min^{1}. Ve výzkumu u dánských elitních fotbalistů tuto hodnotu dále specifikuje dle herních postů jednotlivých hráčů. Nejnižší uvádí u brankařů, dále u střeních záložníků 56±3,5 ml·kg^{-1}·min^{1}, u ostatních postů uvádí v průměru 61,3±5,9 ml·kg^{-1}·min^{1}. Těchto hodnot naše průměrné výsledky nedosahují. Strauss et al. (2012) uvedla průměrné hodnoty u mládežnických hráčů fotbalu 58-64 ml·kg^{-1}·min^{1}. Calahorro (2011) zmínil průměrnou hodnotu u mládežnických hráčů fotbalu 62,4 ml·kg^{-1}·min^{1}. V našem výzkumu se vyskytoval pouze jeden hráč nad hranicí 58 ml·kg^{-1}·min^{1}.

Průměrné hodnoty, které uvádí Hamar & Lipková (2001) u vytrvalostních běžců 80 ml·kg^{-1}·min^{1} jsou mnohem vyšší než námi zjištěné průměrné hodnoty, naopak oproti běžné populaci 43 ml·kg^{-1}·min^{1} jsou v průměru o 10 ml·kg^{-1}·min^{1} vyšší. Nutno podotknout, že nejnižší naměřená hodnota byla 44,4 ml·kg^{-1}·min^{1}, což je srovnatelné s netrénovanými jedinci.

Ze statistické analýzy vyplývá, že ve změně vstupních a výstupních hodnot došlo u parametrů Pmax a SFmax ke statisticky významnému rozdílu. Došlo tedy k signifikantnímu zlepšení výkonu a signifikantně se snížila srdeční frekvence maximální. U maximální spotřeby kyslíku a srdeční frekvence klidové nedošlo k signifikantnímu rozdílu.

Snížení srdeční frekvence klidové poukazuje na změny výkonnosti sportovce (Lehnert et al., 2010; Kučera & Dylevský, 1999). Ze statistického pohledu ale nedošlo k signifikantním změnám mezi vstupními a výstupními hodnotami.

Přestože ze statistického hlediska nedošlo k signifikantní změně hodnoty VO_2max mezi vstupním a výstupním testováním, lze pozorovat u 50 % hráčů zvýšení a u 50 % snížení nebo stagnaci této hodnoty. Průměrné dosažené hodnoty výkonu se oproti vstupním hodnotám zvýšili o 0,2 W·kg^{-1}.

Bunc (2008) zaznamenal ve svém výzkumu průměrné zvýšení VO_2max za rok o 4,0±0,9 ml·kg^{-1}·min^{1}. Když jsme vyjmuli z tohoto výzkumu pouze oblast leden až březen, tak jsme zjistili zvýšení o 2,4 ml·kg^{-1}·min^{1}. Takového zvýšení

dosáhli pouze 2 naši testovaní hráči. Maximální individuální nárůst byl o 6,2 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{1}$ což přesahuje více než dvojnásobně zjištěnou hodnotu ve výše zmíněném výzkumu.

Botek et al. (2010) zaznamenal během pětitýdenního přípravného období u fotbalistů kategorie U19 zvýšení průměrné hodnoty VO_2max o 1,94 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{1}$. Oproti našemu výzkumu je zvýšení průměrných hodnot VO_2max znatelně vyšší.

5.3 Analýza komplexních indexů

5.3.1 Průměrné hodnoty komplexních indexů během osmi týdnů

Tabulka 13. Průměrné hodnoty komplexních indexů během osmi týdnů

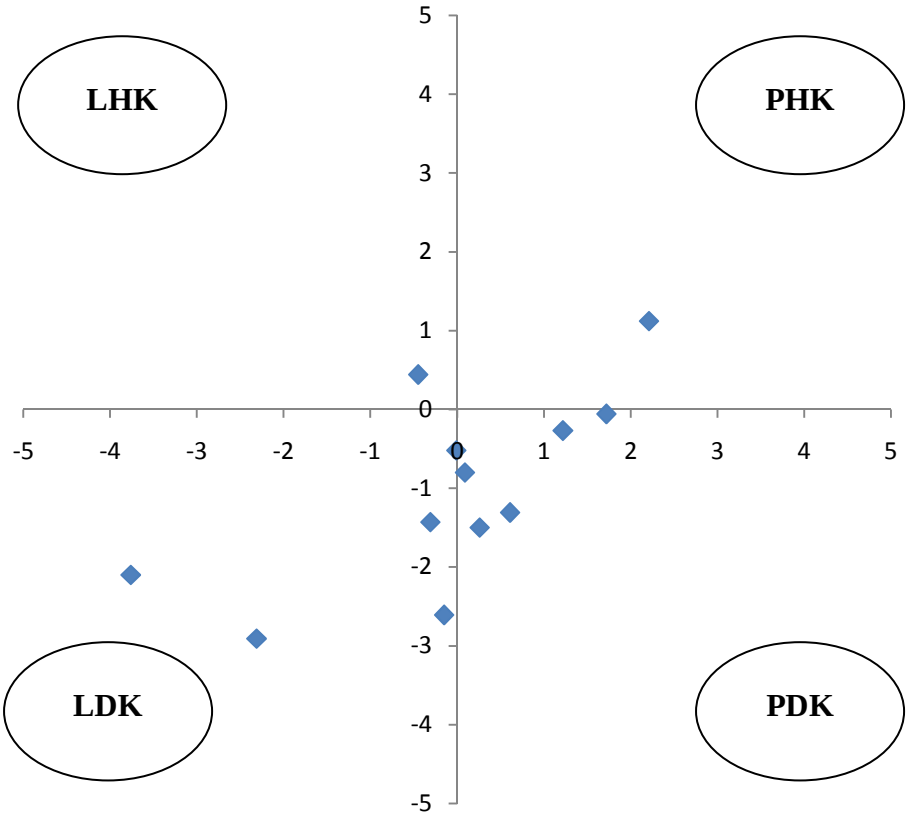
n-12	**CS**	**VA**	**SVB**
M	-0,28	0,00	-0,92
SD	1,63	1,90	1,75
MAX	3,28	3,54	2,79
MIN	-4,61	-4,64	-4,54

Vysvětlivky: n – počet probandů , CS – komplexní index celkového skóre, VA – komplexní index vagové aktivity, SVB – komplexní index sympatovagové balance, M – průměr, SD – směrodatná odchylka hodnot, SD – směrodatná odchylka, MAX – maximální hodnota, MIN – minimální hodnota.

Stejskal (2004) uvádí normální fyziologické hodnoty komplexních indexů VA a SVB v rozmezí od -2,0 do +2,5 bodů a hodnoty CS v rozmezí od -1,5 do +1,5 bodů. Průměrné naměřené hodnoty z osmi týdnů nenaznačují vysokou trénovatelnost a adaptabilitu testovaných probandů, ale splňují rozmezí normálních fyziologických hodnot. V celkovém pohledu se skupina nacházela na rozhraní oblasti, která naznačuje, že sportovci jsou dobře trénovatelní, zdraví a v intenzivním tréninku a oblasti ve které dochází ke kumulaci únavy a následnému přetrénování. Mezi jednotlivými testovanými hráči se vyskytují u všech parametrů velké rozdíly. Skupina se vyznačuje výraznou nehomogenitou. Jsou zde tedy zřetelné rozdíly mezi maximálními a minimálními naměřenými hodnotami. Tyto hodnoty překročili výše zmíněné normální

fyziologické hodnoty. U CS byla maximální hodnota 3,28 a minimální -4,16. U VA byla maximální hodnota 3,54 a minimální -4,16 a u SVB byla maximální hodnota 2,79 a minimální -4,54.

Zařazení jednotlivých hráčů do křížového grafu



Obrázek 8. Zařazení jednotlivých hráčů do křížového grafu (průměr během osmi týdnů)

Při vyhodnocení výsledků jednotlivých probandů v rámci osmi týdnů jsme dospěli k těmto výsledkům:

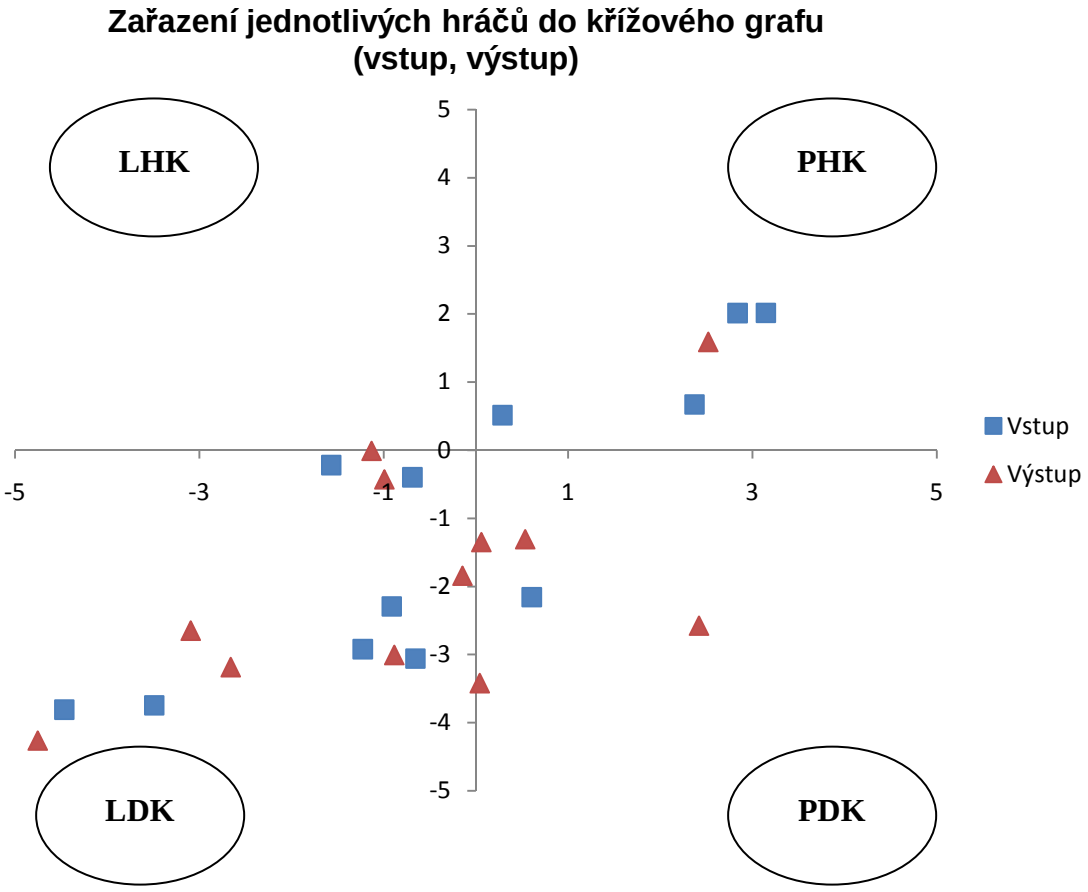
- 8,3 % probandů se nacházelo v oblasti LHK,
- 8,3 % probandů se nacházelo v oblasti PHK,
- 41,7 % probandů se nacházelo v oblasti PDK,
- 41,7 % probandů se nacházelo v oblasti LDK.

Nejvyšší hodnoty 41,7 % byly tedy zjištěny u PDK a LDK. Tento výsledek koresponduje s výsledkem z celkových průměrných hodnot, jelikož v celkovém

vyhodnocení se nacházeli hráči na hraně oblasti PDK a LDK. Do oblasti LDK se mohou hráči dostat v iniciální fázi přetrénování z oblasti PDK. V oblasti PDK oblasti se nacházejí průsečíky kladných hodnot VA a záporných hodnot SVB. Nejčastěji se zde nachází hodnoty VA a SVB dobře trénovaných a zdravých sportovců, kteří jsou ve fázi intenzivního tréninku. Oblast PHK je charakteristická kladnými hodnotami jak VA, tak SVB. Nejčastěji se zde nacházejí hodnoty zdravých a dostatečně zregenerovaných sportovců, kteří jsou schopni dále zvyšovat sportovní výkonnost (Stejskal, 2004). V našem případě se zde vyskytovalo 8,3 % probandů.

V poslední oblasti LHK se vyskytují hodnoty nemocných osob a také osob nacházejících se ve stavu špatné tělesné i duševní kondice (Stejskal, 2004). V našem případě to bylo u 8,3 % probandů.

5.3.2 Vstupní a výstupní hodnoty komplexních indexů



Obrázek 9. Zařazení jednotlivých hráčů do křížového grafu (vstupní a výstupní hodnoty)

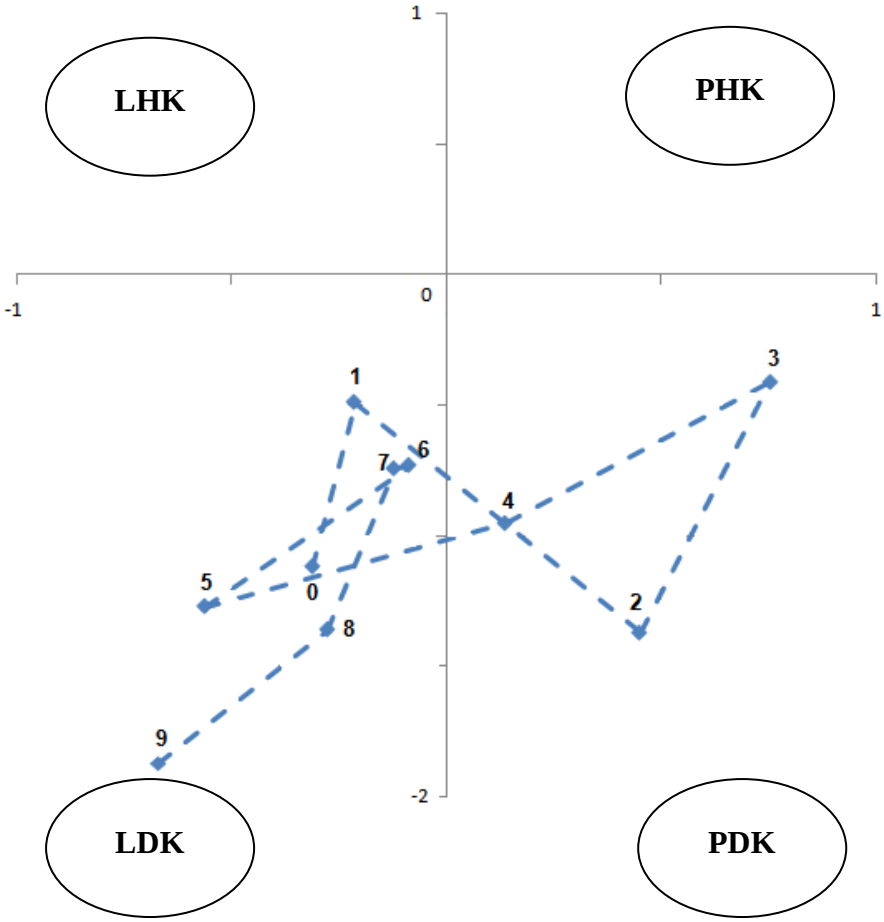
Na obrázku 9. můžeme pozorovat, v jakých kvadrantech se nacházeli jednotliví hráči při vstupní a výstupním vyšetření. U vstupního měření se 58,4 % hráčů nacházelo v LDK. 33,3 % hráčů se nacházelo v PHK. 8,3 % bylo v kvadrantu PDK. Lze tedy říci, že více jak polovina hráčů se nacházela v oblasti, jenž je charakteristická možným přetrénováním nebo špatnými dispozicemi sportovce. Oproti tomu 33,3 % hráčů se nacházelo v oblasti, pro kterou je charakteristická dobrá trénovatelnost a dostatečná regenerace.

Při výstupním měření se nacházelo stejné procento hráčů v oblasti LDK jako u vstupního měření. V oblasti PDK se pročet hráčů zvýšil oproti vstupnímu měření na hodnotu 33,3 %. V oblasti PHK se nacházelo 8,3 % oproti 33,3 % u vstupního měření.

V celkovém vyhodnocení lze tedy říci, že při porovnání vstupního a výstupního měření, se nachází více hráčů v oblasti charakterizované vysoce intenzivním tréninkovým zatížením. Došlo tedy k přesunu hráčů z PHK, kteří byli dostatečně zregenerováni do oblasti PDK. Tento přesun může nastat z důvodu většího působení únavy na celkový stav daného hráče.

5.3.3 Vývoj změny hodnot komplexních indexů

Průběh VA a SVB během osmi týdnů včetně vstupu a výstupu

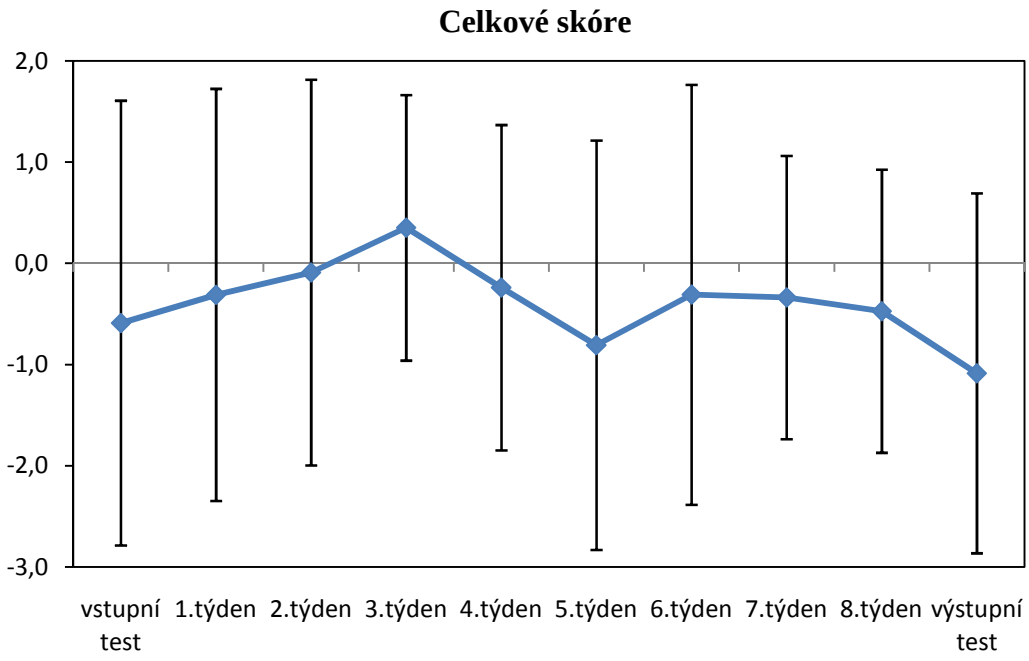


Vysvětlivky: 0 – vstupní test, 1 až 8 – testy v prvním až osmém týdnu, 9 – výstupní test.

Obrázek 10. VA a SVB v průběhu osmi týdnů včetně vstupního a závěrečného testu

Z obrázku 10 vyplývá, že při vstupním i výstupním měření se hráči nacházeli v LDK s tím rozdílem, že u výstupního měření je hodnota SVB i VA nižší oproti vstupnímu měření. V 1. týdnu se hráči nacházeli v LHK. V 2., 3., 4. týdnu pozorovatelné kolísání hodnot v rámci oblasti PDK. Při měření v 5. týdnu se hráči dostali do oblasti LDK. Tento posun může být způsoben kumulací únavy a přecházení do iniciální fáze přetrénování. Mohlo to také být způsobeno tím, že ve čtvrtém týdnu byly zařazeny 3 TJ s aditivní zátěží. Mezi 5. týdnem a 6. týdnem došlo k mírnému zvýšení hodnoty VA i SVB.

Mezi 6. a 7. týdnem nedošlo ke změně. Tato stagnace je možnou příčinou nezařazení žádné TJ s aditivní zátěží v rámci 6. týdnu. V 8. týdnu se hodnota SVB snižuje oproti týdnu sedmému. V závěrečném měření došlo ještě k většímu poklesu hodnoty SVB i VA. Tento pokles může být způsoben celkovou kumulací únavy během osmitýdenní přípravy, nebo také zařazením 2 TJ s aditivní zátěží v 7. a 8. týdnu.



Obrázek 11. Celkové skóre, jednotlivé týdny včetně vstupu a výstupu

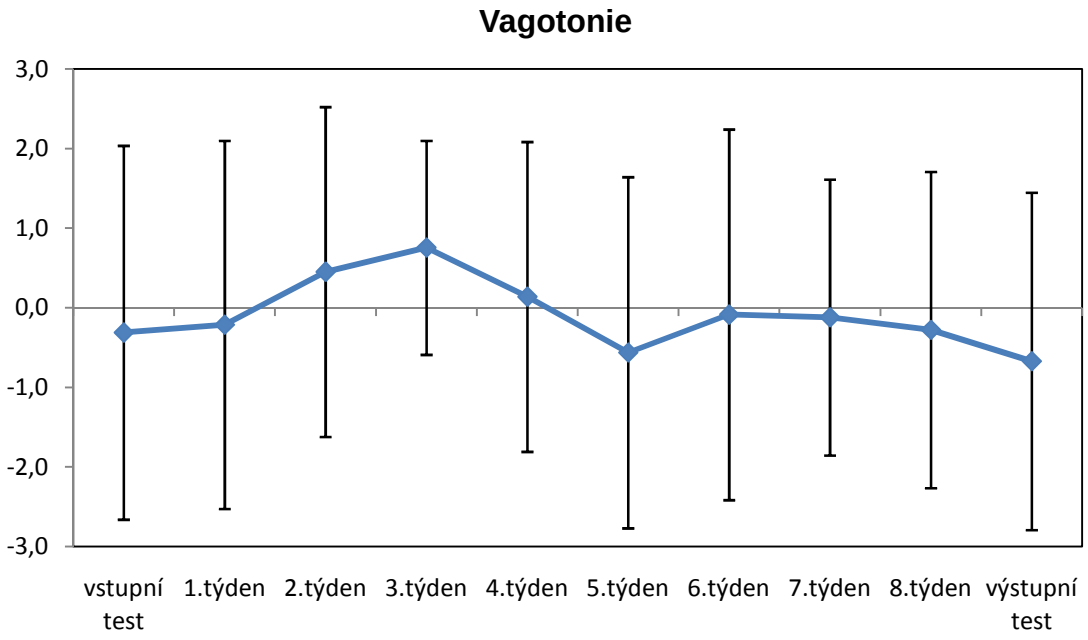
Tabulka 14. Celkové skóre, posouzení rozdílů mezi jednotlivými měření

X	Pre	1	2	3	4	5	6	7	8	Post
Pre	X									
1	.757	X								
2	.631	.882	X							
3	.225	.477	.586	X						
4	.670	.942	.932	.490	X					
5	.778	.594	.485	.153	.507	X				
6	.774	.999	.879	.457	.940	.576	X			
7	.737	.977	.844	.383	.907	.551	.975	X		
8	.882	.865	.740	.321	.790	.686	.858	.868	X	
Post	.501	.391	.304	.065	.305	.719	.366	.321	.441	X

Vysvětlivky: Pre – vstupní měření, 1 až 8 – měření v 1. až 8. týdnu, Post – výstupní měření, p≤0,05.

Ze statistické analýzy vyplývá, že u komplexního indexu CS nedošlo ke statisticky významnému rozdílu mezi vstupním a výstupním měřením ani mezi jednotlivými posuzovanými týdny. Je zde ale pozorovatelná tendence mezi výstupním testem a 3. týdnem na úrovní p=.065. I přesto, že nedošlo k signifikantním změnám, je na obrázku 11 viditelný nárůst CS hodnot od vstupního testu po 3. týden. Hodnoty mezi 3. a 5. týdnem klesají. Tento pokles může poukazovat na kumulaci únavy následkem tréninků s aditivní zátěží. Ve 3. týdnu byly přidány 2 TJ s aditivní zátěží, ve 4. týdnu 3 TJ s aditivní zátěží. Jakubec (2005) zjistil dobu návratu komplexního indexu CS po fyzické zátěži o intenzitě 75 % maximální tepové rezervy do 23 hodin. V našem případě do 3. týdne docházelo ke zvýšení, což poukazuje na dostatečnou regeneraci. Po 3. týdnu už nedocházelo k návratu CS na původní hodnotu, docházelo k poklesu. Tento pokles může poukazovat na výše zmíněnou přetrvávající únavu.

Statistická významnost u CS nebyla nalezena především kvůli výrazné nehomogenitě souboru, vyskytují se zde vysoké směrodatné odchylky.



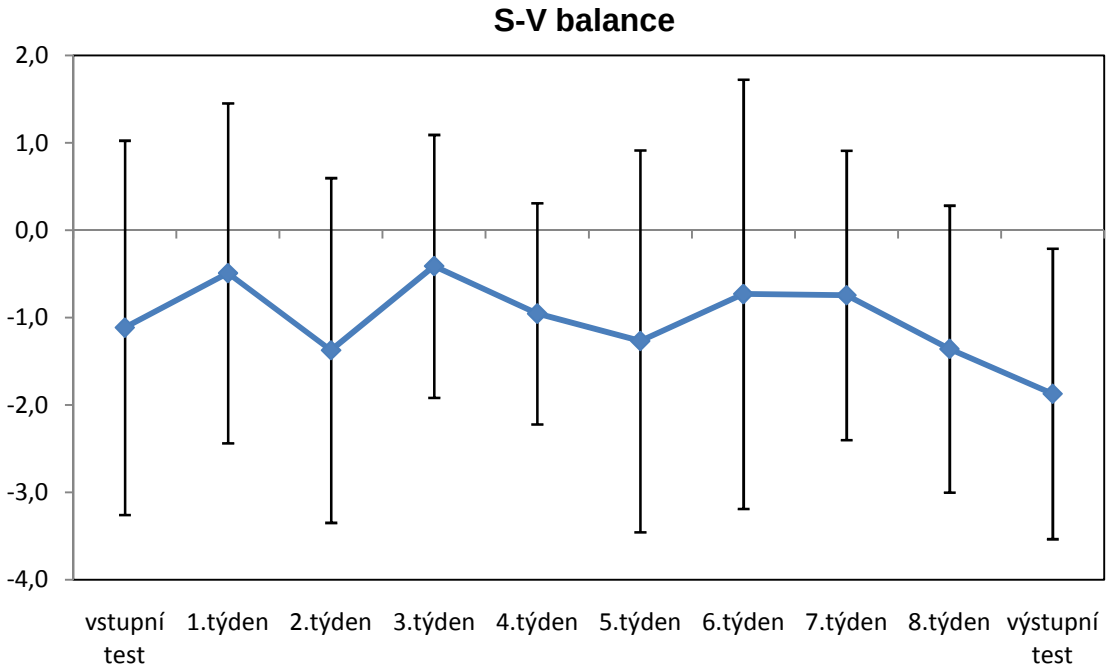
Obrázek 12. Vagotonie, jednotlivé týdny včetně vstupu a výstupu

Tabulka 15. Vagotonie, posouzení rozdílů mezi jednotlivými měření

X	Pre	1	2	3	4	5	6	7	8	Post
Pre	X									
1	.925	X								
2	.441	.557	X							
3	.229	.364	.800	X						
4	.633	.752	.755	.529	X					
5	.776	.743	.326	.156	.474	X				
6	.819	.912	.618	.409	.833	.639	X			
7	.825	.929	.563	.332	.787	.624	.972	X		
8	.969	.952	.474	.265	.671	.757	.851	.862	X	
Post	.670	.658	.264	.109	.391	.903	.552	.524	.656	X

Vysvětlivky: Pre – vstupní měření, 1 až 8 – měření v 1. až 8. týdnu, Post – výstupní měření, p≤0,05.

Ze statistické analýzy vyplývá, že u komplexního indexu VA nedošlo ke statisticky významnému rozdílu mezi vstupním a výstupním měřením ani mezi jednotlivými posuzovanými týdny. I přesto, že nedošlo k signifikantním změnám, je na obrázku 12 viditelný nárůst hodnot VA od vstupního testu po 3. týden. Po třetím týdnu je pozorovatelná tendence ke snížení až k výstupnímu testu pod úroveň hodnoty získané z testu vstupního. Od třetího lze pokles přisuzovat kumulaci únavy hráčů, kteří se nestačili řádně zregenerovat. Snížení konečné hodnoty může být umocněno zařazením 2 aditivních TJ jak v týdnu 7. tak v týdnu 8. Statistická významnost u VA nebyla nalezena především kvůli výrazné nehomogenitě souboru, vyskytují se zde vysoké směrodatné odchylky.



Obrázek 13. S-V balance, jednotlivé týdny včetně vstupu a výstupu

Tabulka 16. S-V balance, posouzení rozdílů mezi jednotlivými měření

X	Pre	1	2	3	4	5	6	7	8	Post
Pre	X									
1	.503	X								
2	.781	.412	X							
3	.378	.934	.318	X						
4	.850	.645	.676	.539	X					
5	.847	.419	.913	.304	.722	X				
6	.664	.817	.534	.728	.816	.557	X			
7	.633	.789	.505	.683	.808	.519	.988	X		
8	.760	.368	.987	.257	.647	.914	.494	.450	X	
Post	.321	.140	.593	.070	.282	.450	.199	.149	.520	X

Vysvětlivky: Pre – vstupní měření, 1 až 8 – měření v 1. až 8. týdnu, Post – výstupní měření, p≤0,05.

Ze statistické analýzy vyplývá, že u komplexního indexu SVB nedošlo ke statisticky významnému rozdílu mezi vstupním a výstupním měřením ani mezi jednotlivými posuzovanými týdny. Je zde ale pozorovatelná tendence mezi výstupním testem a 3. týdnem na úrovní p=.070. I přesto, že nedošlo k signifikantním změnám, je zde vidět kolísání hodnot, které vyúsťuje poklesem

v závěrečném měření pod hodnotu získanou vstupním měřením. Nerovnováha mezi sympatikem a vagem může u sportovců nastat, pokud intenzita a objem tréninku přesáhne momentální adaptační dispozice sportovce. Vyrovnaná aktivita dává předpoklady k dobrému využití fyzických a psychických schopností při reakci na zatížení, pro dobrou trénovatelnost a pro optimální sportovní výkonnost (Stejskal, 2004). Statistická významnost u SVB nebyla nalezena především kvůli výrazné nehomogenitě souboru, vyskytují se zde vysoké směrodatné odchylky.

5.4 Vztah mezi změnou VO_2max a komplexními indexy

Pro vzájemné korelace jsme použili procentuální změnu maximální spotřeby kyslíku a průměrné hodnoty jednotlivých komplexních indexů mezi 1. až 8. týdnem a průměrné hodnoty mezi 1. až 8. týdnem včetně vstupního a výstupního měření. Byl využit párový *t*-test.

Tabulka 17. Vztah mezi změnou VO_2max a komplexními indexy

n=12	CS		VA		SVB	
	1-8	Pre-Post	1-8	Pre-Post	1-8	Pre-Post
VO_2max	.615*	.755**	.706*	.741**	.413	.413

Vysvětlivky: n - počet měření, CS – komplexní index celkového skóre, VA – komplexní index vagové aktivity, SVB – komplexní index sympatovagové balance, 1-8 – měření mezi 1. až 8. týdnem, Pre-Post – měření mezi 1. až 8. týdnem včetně vstupního a výstupního měření, VO_2max – maximální spotřeba kyslíku, statisticky významné hodnoty *p≤0,05; ** p≤0,01.

Z tabulky 17 je patrné, že u komplexního indexu CS a VA byla prokázána pozitivní korelace s VO_2max a to jak u měření mezi 1. až 8. týdnem, tak u měření mezi 1. až 8. týdnem včetně vstupního a výstupního měření. U komplexního indexu nebyl tento vztah prokázán. U hráčů, kteří disponovali vysokou aktivitou vagu, tedy došlo k zvýšení hodnoty maximální spotřeby kyslíku.

5.5 Limity studie

Přátelské utkání během osmitýdenní přípravy byly plánované na sobotu. Všem testovaným bylo v neděli doporučeno regenerovat a neabsolvovat nadměrnou fyzickou zátěž. Je možné, že někteří z testovaných absolvovali další přípravné utkání v neděli s mužstvem mužů nebo jinou fyzickou zátěž. Tato aktivita nebyla zjišťována ani zohledněna v celkovém vyhodnocení. Nežádoucí zátěž se mohla negativně projevit na měření variability srdeční frekvence, které probíhalo vždy v pondělí.

V práci nejsou hráči rozděleni podle postu. Nejsou tedy rozděleni do skupin na útočníky, záložníky, obránce – krajní, středové a brankáře. Toto zohlednění by bylo vhodné u určování podrobných somatických parametrů, protože mezi jednotlivými posty zpravidla bývají odlišnosti.

Měření na běžeckém ergometru mohlo být ovlivněno nedodržením sdělených doporučení: 24 hodin před testem neprovozovat žádnou nadměrnou fyzickou zátěž, nepít alkohol, nekouřit, minimálně 2 hodiny nejíst. Nedodržení těchto doporučení mohlo negativně ovlivnit výsledky testu.

6 ZÁVĚRY

V předkládané diplomové práci se podařilo splnit hlavní cíl i cíle dílčí. Byl zjištěn staticky významný rozdíl mezi vstupními a výstupními hodnotami u hmotnosti, BMI a FFM. U těchto parametrů došlo k signifikantnímu zvýšení hodnot. Dále došlo k signifikantnímu zlepšení maximálního výkonu a signifikantně se snížila maximální srdeční frekvence. U ostatních parametrů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Nebyl také zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi hodnotami v jednotlivých týdnech, ve kterých probíhalo měření včetně vstupního a výstupního vyšetření u komplexních indexů CS, VA, S-V balance. Byla prokázána pozitivní korelace mezi komplexními indexy CS a VA a změnou maximální spotřeby kyslíku.

Ze vstupního měření somatických parametrů jsme zjistili, že jednotlivé parametry testovaných hráčů (n=12) dosáhly těchto průměrných hodnot: výška 180,3±4,9 cm, hmotnost 68,2±8,2 kg, procento tuku 12,1±4,3 %, hmotnost tuku 8,3±3,7 kg, body mass index 20,9±1,9 $kg \cdot m^2$, celková hmotnost tukuprosté hmoty 59,9±6,5 kg.

U výstupního měření somatických parametrů jsme zjistili rozdíly oproti měření vstupnímu. U 83 % hráčů jsme zaznamenali nárůst hmotnosti, u 17 % došlo k poklesu. Průměrná hodnota vzrostla na 69,7±7,4 kg, tedy v průměru o 1,5 kg. Největší nárůst byl o 4,5 kg, největší pokles byl o 4,1 kg. Celkově se snížily hodnoty procenta tělesného tuku o 0,7 %. Hmotnost tukuprosté hmoty se navýšila u 83 % hráčů, u 17 % se hmotnost snížila.

Ze vstupního měření funkčních parametrů jsme zjistili průměrnou hodnotu maximální spotřeby kyslíku 53,0±3,7 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Hodnota maximálního výkonu v přepočtu na kilogram činila 5,9±0,4 $W \cdot kg^{-1}$.

Při výstupním měření jsme zjistili, že hodnota maximální spotřeby kyslíku u 50 % hráčů vzrostla a u 50 % došlo ke snížení nebo stagnaci. Celkové průměrné hodnoty maximální spotřeby kyslíku se v porovnání se vstupním měřením zvýšili o 0,1 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{1}$. Průměrné dosažené hodnoty výkonu se oproti vstupním hodnotám zvýšili o 0,2 $W \cdot kg^{-1}$.

Průměrné hodnoty komplexních indexů CS, VA a SVB se v průběhu osmi týdnu nacházeli v oblasti normálních fyziologických hodnot. V průměru byla

hodnota CS (-0,28±1,63), VA (0,00±1,90) a SVB (-0,92±1,75). Testovaná skupina se vyznačovala výraznou nehomogenitou. Hodnocením pomocí křížového grafu jsme zjistili, že se skupina celkově nacházela na rozhraní oblasti, která naznačuje, že sportovci jsou dobře trénovatelní, zdraví a v intenzivním tréninku a oblasti ve které dochází ke kumulaci únavy a následnému přetrénování.

Využití spektrální analýzy variability srdeční frekvence spočívá v kontrole tréninkového procesu a optimalizaci tréninkového zatížení pro dosažení a udržení co možná nejvyšší sportovní formy daného jedince. Využití ve fotbale není nemožné, ale poněkud náročné. V tréninkové jednotce můžeme volit objem a intenzitu tak, aby vyhovoval danému jedinci podle jeho aktuálního stavu. Lze také stanovit dobu pro optimální regeneraci. Je tedy nutné přistupovat ke každému hráči individuálně, v opačném případě trénink ztrácí efektivitu. Naplánování a vedení takové tréninkové jednotky by vedlo k vysokým nárokům na organizaci, ale efektivita tréninku by byla větší.

7 SOUHRN

Cílem předkládané práce byla analýza a komparace vybraných funkčních a somatických parametrů v zimním přípravném období hráčů fotbalu v kategorii dorostenců.

Teoretická část zahrnuje poznatky o vývoji herního zatížení ve fotbale, funkční a somatické požadavky na hráče fotbalu. Jsou zde zahrnuty poznatky o tréninkových cyklech, o autonomním nervovém systému, o variabilitě srdeční frekvence a jejím testování, o maximální spotřebě kyslíku a o metodách odhadu tělesného složení. Je zde také charakterizována věková skupina testovaných hráčů, tedy adolescence.

Pro zjištění požadovaných parametrů jsme využili vstupní, průběžné a výstupní testování. Hráči absolvovali vstupní a výstupní somatický test, maximální zátěžový test a test autonomního nervového systému pomocí spektrální analýzy variability srdeční frekvence. Pro průběžné testování, které probíhalo po dobu osmi týdnů, byl využit výše zmíněný test autonomního nervového systému.

Výzkum zahrnoval skupinu 24 testovaných hráčů získaných pomocí záměrného výběru. Do studie bylo dle stanovených kritérií zařazeno 12 hráčů. Průměrný věk činil 16,9±1,3 roků. Byl zjištěn signifikantní nárůst hodnot u hmotnosti, BMI a FFM. Dále došlo k signifikantnímu zlepšení maximálního výkonu a signifikantně se snížila srdeční frekvence maximální. Byla ale prokázána pozitivní korelace mezi komplexními indexy CS a VA a změnou maximální spotřeby kyslíku.

U 77 % hráčů jsme zaznamenali nárůst tělesné hmotnosti, průměrně o 1,6 kg. Průměrné hodnoty procenta tělesného tuku se snížily o 1,1 %. Hmotnost tukuprosté hmoty se zvýšila u 77 % hráčů, průměrně o 2,2 kg. Hodnota maximální spotřeby kyslíku u 50 % hráčů vzrostla. Hodnota maximálního výkonu se zvýšila o 0,2 $W \cdot kg^{-1}$. Průměrné hodnoty komplexních indexů CS, VA a SVB se v průběhu osmi týdnu nacházeli v oblasti normálních fyziologických hodnot. Testovaná skupina se vyznačovala výraznou nehomogenitou.

8 SUMMARY

The aim of the thesis was the analysis and comparison of selected functional and somatic parameters in the winter pre-season of football players in the junior category.

The theoretical part includes knowledge about the development of the gaming loads in football, functional and somatic requirements for football players. There are included knowledges of training cycles, the autonomic nervous system, the heart rate variability, the maximum oxygen consumption and methods of estimating body composition. There is also characterized the age group of tested players which means adolescence.

For discovering required parameters we used continuous and output testing. The players went through somatic input and output test, maximum load test and test of the autonomic nervous system by using spectral analysis of heart rate variability.. For continuous testing, which was held a period of eight weeks, was used above mentioned test of the autonomic nervous system.

The research included a group of 24 tested players gained by intentional choice. The study included 12 players according to determined criterion. The average age was 16,9 ± 1,3 years. There was significant increase in values of weight, BMI and FFM. There was also a significant improvement in maximum performance and significantly decreased maximum heart rate. But it was demonstrated a positive correlation between complex indexes CS and VA and changing the maximum oxygen consumption.

We registred that 77 % of players increased in body weight in average about 1,6 kg. The average values of percent body fat decreased by 1,1 %. Weight of fat free mass increased at 77% of the players in average about 2,2 kg. The value of maximum oxygen consumption at 50% of the players has increased. The value of maximal performance increased by 0,2 $W \cdot kg^{-1}$. Average values of complex indexes CS, VA, SVB during eight weeks were found in normal physiological values. The test group was distinguished by a strong inhomogeneity.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

Bedřich, L. (2006). *Fotbal: rituální hra moderní doby.* Brno: Masarykova Univerzita.

Borbély, L., Bubenko, J., Griga, S., Moravec, M., & Radolský D. (2001). *Ofenzívna moderna v súčasnom futbale.* Nové Zámky: Litera.

Botek, Z., Gába, A., Lehnert, M., Přidalová, M., Vařeková, R., Botek, M. & Langer, F. (2010). Condition and body constitution of soccer players in category U19 before and after completing a preparatory period. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica,* 40, (2), 47-54.

Bradley, S. P., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krustrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science, 27(2)*, 159-168.

Bunc, V. (2008). Jsou přírůstky hmotnosti v průběhu tréninkového roku fotbalistů signálem chyb v tréninku? In Dovalil, J., & Chalupecká, M. (Eds.), *Současný sportovní trénink, sborník příspěvků z konference 23. Ledna 2008* (pp. 129-132). Praha: Olympia.

Bunc, V., & Psotta, R. (2003). Současný výzkum ve fotbale a tréninková praxe. *Fotbal a trénink.* 2/2003, 7-10.

Buzek, M. (2007). *Trenér fotbalu. UEFA licence. 1. Díl – obecné kapitoly.* Praha: Olympia.

Calahorro, F., Torres-Luque, G., Lara, A., & Zagalaz, L. (2011). Functional and physiological parameters in young soccer players. *International SportMed Journal*, 12(4), 169-178.

Čížková, J., Binarová, I., Holásková, K., Petrová, A., Plevová, I., & Pugnerová, M. (2005). *Přehled vývojové psychologie. 2. vyd.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Dovalil, J. et. al. (2002). *Výkon a trénink ve sportu.* Praha: Olympia.

Frank, G. (2006). *Fotbal, 96 tréninkových programů.* Praha: Grada.

Fráňa, P., Souček, M., Řiháček, I., Bartošíková, L., & Fráňová, J. (2005). Hodnocení variability srdeční frekvence, její klinický význam a možnosti ovlivnění. *Farmakoterapie, 1*, 375-377.

Fukusaki, C., Kawakubo, K., & Yamamoto, Y. (2000). Assessment of the primary effect of aging on heart rate variability in humans. *Clinical Autonomic Research*, 10(3), 123-130.

Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J .Strength Cond. Res.*, 21, 438–445.

Gil, S.M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Arazusta, J. (2010). Anthropometrical characteristics and somatotype of young Soccer players and their comparison with the general population. *Biology of sport.* 27, 17-24.

Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny.* Brno: Computer press.

Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziológia telesných cvičení.* Bratislava: Universita Komenského.

Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Úvod do sportovního tréninku.* 1.vyd. Prostějov: Sport a věda.

Choutka, M., & Dovalil, J. (1991). *Sportovní trénink. 2. vyd.* Praha: Olympia.

Chráska, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu.* Praha: Grada.

Jakubec, A. (2005). *Spektrální analýza variability srdeční frekvence v průběhu zotavení po dynamické práci.* Disertační práce, Universita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.

Javorka, K. et al. (2008). *Variabilita frekvencie srdca. Mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie.* Martin: Ostveta.

Kačáni, L. (2005). *Fotbal – herná príprava. Teória a prax*. Bratislava: SFZ.

Kolisko, P., Jandová, D., & Salinger, J. (2004). Vybrané autoregulační techniky a jejich vliv na aktuální funkční změny autonomního nervového systému (ANS). In Salinger, J. (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 35-47). Olomouc: Univerzita Palackého.

Kollath, E. (2006). *Fotbal technika a taktika.* Praha: Grada.

Kučera, M., Dylevský, I., et al. (1999). *Sportovní medicína.* Praha: Grada.

Kuo, T. B. J., Lin, T., Yang, Ch. C. H., Li, Ch., Chen, Ch., & Chou, P. (1999). Effect of aging and gender differences in neural control of heart rate. *American Journal of Physiology*, 277(6), H2233-H2239.

le Gall, F., Carling, C., Williams, M., & Reilly, T. (2010). Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J. Sci. Med. Sport*, 13(1), 90-5.

Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu.* Olomouc: Univerzita Palackého.

Lička, W., & Magnusek, J. (2006). *Profese: fotbalista. Kniha první, etapa základní přípravy.* Ostrava: Motanex.

Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences, 21*, 519–528.

Moravec, R., Kampmiller, T., Vanderka, M., & Laczo, E. (2007). *Teória a didaktika výkonnostného a vrcholového športu.* Bratislava: FTVŠ UK, Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a špor.

Naňka, O., & Elišková, M. (2009). *Přehled anatomie. 2.vyd.* Praha: Galén.

Novotná, M., & Novotný, J. (2007). *Fyziologická podstata rychlostního a vytrvalostního běžeckého výkonu.* Brno: Masarykova univerzita.

Olšák, S. (2004). Skúsenosti a možnosti využitia variability srdcovej frekvencie vo vrcolovom športe. In Salinger J. (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 75-80). Olomouc: Univerzita Palackého.

Omerbegovic, M. (2009). Heart Rate Variability – Noninvasive Monitoring of Autonomic Nervous System Function. *Acta Informatica Medica, 17 (1)*, 53–58.

Opavský, J. (2002). *Autonomní nervový systém a diabetická autonomní neuropatie. Klinické aspekty a diagnostika.* Praha: Galé.

Paulík, K. (2004). *Vývojová psychologie pro doplňující pedagogické studium. 2.vyd.* Ostrava: Centrum dalšího vzdělávání Pdf OU.

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

Psotta, R. (2003). *Analýza intermitentní pohybové aktivity. 1.vyd.* Praha: Karolinum.

Psotta, R. (2006). *Fotbal: kondiční trénink: moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika, teorie sportovního tréninku.* Praha: Grada.

Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences,* 18(9), 669-683.

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu.* Olomouc: Hanex.

Říčan, P. (2004). *Cesta životem. 2.vyd.* Praha: Portál.

Rutherford, W. J., Diemer, A., & Scott, E. (2011). Comparison of Bioelectrical Impedance and Skinfolds with Hydrodensitometry in the Assessment of Body Composition in Healthy Young Adults. *Journal of Research in Health, Physical Education, Recreation, Sport & Dance Fall,* 6(2), 56-60.

Salinger, J., Opavský, J., Stejskal, P., Vychodil, R., Olšák, S., & Janura, M. (1998). The evaluation of heart rate variability in physical exercise by using the telemetric variapulse TF3 system. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica, 28*, 13-23.

Sporis, G., Jukic, I., Ostojic, S.M., & Milanovic, D. (2009). Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *Journal Strength Cond. Res.*, 23(7), 1947-53.

Stejskal, P. (2004). Využití nové metodiky hodnocení SA HRV pomocí komplexních indexů v klinické a sportovní praxi. In Salinger, J. (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 105-115). Olomouc: Univerzita Palackého.

Stejskal, P., & Salinger, J. (1996). Spektrální analýza variability srdeční frekvence. Základy metodiky a literární přehled o jejím klinickém využití. *Medicina Sportiva Bohemika et Slovaka, 5(2),* 33-42.

Stejskal, P., Šlachta, R., Elfmark, R., Salinger, J., & Gaul-Aláčová, P. (2002). Spectral analysis of heart rate variability: New evaluation method. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica,* 32, (2), 13-18.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

Strauss, A., Jacobs, S., & Berg, L. (2012). Anthropometric, fitness and technical skill characteristics of elite male national soccer players: A review. *African Journal for Physical,Health Education, Recreation and Dance,* 18(2), 365-394.

Šlachta, R., Stejskal, P., & Elfmark, M. (2004). Spektrální analýza variability srdeční frekvence u sportovců a modifikace tréninku pomocí spektrální analýzy. In Salinger, J. (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 134-139). Olomouc: Univerzita Palackého.

Trzlík, A., & Soumar, L. (2012). *Běhání.* Praha: Grada.

Vágnerová, M. (2008). *Vývojová psychologie I. Dětství a dospívání.* Praha: Karolinum.

Vlčková, E., Bednařík, J., Buršová, Š., Šajgalíková, K., & Mlčáková, L. (2010). Spektrální analýza variability srdeční frekvence – normativní data. *Cesk. Slov. Neurol. N., 73/106 (6)*, 633–672.

Votík, J., & Zalabák, J. (2011). *Fotbalový trenér. Základní průvodce tréninkem.* Praha: Grada.

Völgyi, E., et al. (2008). Assessing Body Composition With DXA and Bioimpedance: Effects of Obesity, Physical Activity, and Age. *Obesity, 16,* 700–705.