

# **Univerzita Palackého v Olomouci**

**Fakulta tělesné kultury**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2018

Bc. Petra Jenyšová

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ ZMĚN KONDIČNÍ PŘIPRAVENOSTI  
HRÁČŮ PRVOLIGOVÉHO FOTBALOVÉHO TÝMU

Diplomová práce

Autor: Bc. Petra Jenyšová, Tělesná výchova a sport – Učitelství výchovy ke zdraví

Vedoucí práce: PhDr. Michal Botek, Ph.D.

Olomouc 2018

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Petra Jenyšová

**Název závěrečné písemné práce:** Hodnocení změn kondiční připravenosti hráčů prvoligového fotbalového týmu v ČR v průběhu makrocyklu

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Vedoucí:** PhDr. Michal Botek, Ph.D.

**Rok obhajoby:** 2018

**Abstrakt:** Hlavním cílem diplomové práce je analyzovat kondiční připravenost hráčů prvoligového fotbalového týmu v rámci makrocyklů. Mezi somatické sledované parametry patřil: hmotnost, % tuku, tukuprostá hmota (FFM). Mezi sledované fyziologické parametry patřil: vagová aktivita (VA), maximální spotřeba kyslíku ( $VO_{2max}$ ), maximální výkon ( $P_{max}$ ), vertikální skok (CMJ). Výzkumný soubor čítal 12 hráčů prvoligového týmu České republiky s průměrným věkem  $24,7 \pm 4,99$  let. Pro zařazení hráčů do výzkumného souboru, musela být splněna tato kritéria: účast na všech laboratorních testech v rámci sledovacích období (leden 2017, červen 2017, prosinec 2017, leden 2018) Bylo snahou zjistit k jakým změnám dochází u konkrétních sledovaných parametrů a jak se mění dynamika těchto parametrů v rámci sledovaného období. Při interpretaci výsledků byly zjištěny signifikantně významné rozdíly somatických parametrů: hmotnost, % tuku. Signifikantně významné rozdíly z hlediska fyziologických parametrů byly zaznamenány u  $P_{max}$  a CMJ

**Klíčová slova:** výkonnost, testování hráčů fotbalu, somatické parametry, fyziologické parametry, maximální spotřeba kyslíku, vertikální skok

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Bc. Petra Jenyřová

**Title of the thesis:** Evaluation of conditional preparedness changes of the professional football team

**Department:** Department of Natural Sciences in Kinantropology

**Supervisor:** PhDr. Michal Botek, Ph.D.

**The year of presentation:** 2018

**Abstract:** The main reason of the master diploma thesis is to analyze conditional preparedness of the first league football team. Monitored somatic parameters like weight, percentage of the fat, fat free mass (FFM) and monitored physiological parameters like  $\dot{V}A$ , ( $\dot{V}O_{2max}$ ), ( $P_{max}$ ), countermovement jump (CMJ) in the group of twelve players from the first league team of the Czech Republic with average age  $24,7 \pm 4,99$  were observed. In order to include players in the research, the following criteria had to be met: Participation in all laboratory tests during the observation period (January 2017, June 2017, December 2017, January 2018) It was an attempt to find out what changes are taking place in the specific parameters monitored and how they change the dynamics of these parameters within the monitored period. In interpreting the results, significant differences in somatic parameters were found: weight, % fat. Significant differences in physiological parameters were noted in  $P_{max}$  and CMJ.

**Keywords:** performance, soccer player testing, somatic parameters, physiological parameters, maximal oxygen uptake, countermovement jump

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

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí PhDr. Michala Botka, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne ... ..

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce, PhDr. Michalu Botkovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a pomoc při zpracování této práce.

## OBSAH

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....</b>	<b>9</b>
2.1 Fyziologické aspekty fotbalu.....	9
2.1.1 <i>Aerobní požadavky herního výkonu ve fotbale.....</i>	<i>10</i>
2.1.2 <i>Anaerobní požadavky herního výkonu ve fotbale.....</i>	<i>11</i>
2.1.3 <i>Fyziologické charakteristiky hráčů fotbalu.....</i>	<i>11</i>
2.1.4 <i>Antropometrické charakteristiky hráčů fotbalu .....</i>	<i>12</i>
2.2 Autonomní nervový systém .....	14
2.2.1 <i>Centrální část autonomního nervového systému.....</i>	<i>15</i>
2.2.2 <i>Periferní část autonomního nervového systému.....</i>	<i>15</i>
2.2.3 <i>Faktory ovlivňující ANS .....</i>	<i>16</i>
2.3 Kardiovaskulární systém .....	17
2.3.1 <i>Převodní systém srdeční.....</i>	<i>17</i>
2.3.2 <i>Srdeční frekvence .....</i>	<i>19</i>
2.3.3 <i>Variabilita srdeční frekvence .....</i>	<i>19</i>
2.3.4 <i>Řízení srdeční činnosti.....</i>	<i>21</i>
2.4 Respirační systém.....	21
2.4.1 <i>Maximální spotřeba kyslíku.....</i>	<i>22</i>
2.5 Testy využívané ve fotbale.....	23
2.5.1 <i>Laboratorní testy.....</i>	<i>24</i>
2.5.2 <i>Terénní testy .....</i>	<i>27</i>
2.6 Periodizace sportovního tréninku .....	28
2.6.1 <i>Roční tréninkový cyklus.....</i>	<i>28</i>
2.6.2 <i>Periodizace ve fotbale v ČR .....</i>	<i>30</i>
<b>3 CÍLE .....</b>	<b>32</b>
3.1 Hlavní cíl práce .....	32

3.2	Dílčí cíle .....	32
3.3	Výzkumné otázky .....	32
<b>4</b>	<b>METODIKA.....</b>	<b>33</b>
4.1	Charakteristika výzkumného souboru .....	33
4.2	Metodika sběru dat .....	33
4.2.1	<i>Měření antropometrických parametrů .....</i>	<i>34</i>
4.2.2	<i>Testy funkčních parametrů .....</i>	<i>35</i>
4.3	Statistické zpracování dat .....	36
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>37</b>
5.1	Základní antropometrické ukazatele .....	37
5.1.1	<i>Hmotnost .....</i>	<i>37</i>
5.1.2	<i>FFM.....</i>	<i>39</i>
5.1.3	<i>Tělesný tuk.....</i>	<i>40</i>
5.2	Změny funkčních parametrů v rámci různých fází periodizace .....	41
5.2.1	<i>Aktivita parasymptiku.....</i>	<i>42</i>
5.2.2	<i>Maximální spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>max) .....</i>	<i>43</i>
5.2.3	<i>Maximální výkon .....</i>	<i>44</i>
5.2.4	<i>Vertikální skok.....</i>	<i>45</i>
<b>6</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>47</b>
6.1	Hodnocení změn somatických parametrů .....	47
6.2	Hodnocení změn funkčních parametrů.....	48
6.3	Limity práce .....	49
<b>7</b>	<b>ZÁVĚRY .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>SOUHRN.....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>55</b>



## 1 ÚVOD

Fotbal získává v dnešní době čím dál tím více na popularitě, jak u nás, tak i ve světě. Lze tento sport považovat za jeden z nejvíce medializovaných. Stejně tak jako každý jiný sport prošel i fotbal jistou evolucí, vývojové změny lze pozorovat především v nárocích (psychických i fyzických), které jsou kladeny na hráče.

Hra je složitější, rychlejší a jsou kladeny i vyšší nároky na aerobní kapacitu, silové, rychlostní schopnosti a mimo to i na taktickou přípravu hráčů.

S těmito zvyšujícími nároky na jednotlivce i celý tým je snahou tréninkový proces co nejvíce systematizovat. K tomu nám právě slouží různé testy, jak terénní, tak laboratorní či vyšetření z krátkodobého i dlouhodobého hlediska.

Pokud se jedná o fotbalový tým hrající na vyšší úrovni, jsou už v dnešní době pravidelná testování a vyšetření samozřejmostí. Terénní testy si většinou jednotlivé kluby řeší ve vlastní režii, ale u laboratorních vyšetření už volí odborně vybavené pracoviště, kde by měly být zachovány standardizované podmínky.

Práce popisuje teoretická východiska somatických a fyziologických parametrů, jednotlivé druhy testů a sledované ukazatele, kterým je při testování věnována pozornost.

Praktická část je zaměřena na hodnocení změn jednotlivých somatických a fyziologických parametrů a následnou interpretaci výsledků na základě podložených statistických dat. Diplomovou prací bychom chtěli zjistit, jak se mění jednotlivé sledované parametry v rámci makrocyklů a tato zjištění se snažit objasnit a to na základě syntézy poznatků z aktuálních odborných studií.

Výsledky této práce mohou využít fotbaloví trenéři, kteří by měli na základě jednotlivých zjištění upravit tréninkový proces tak, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků.

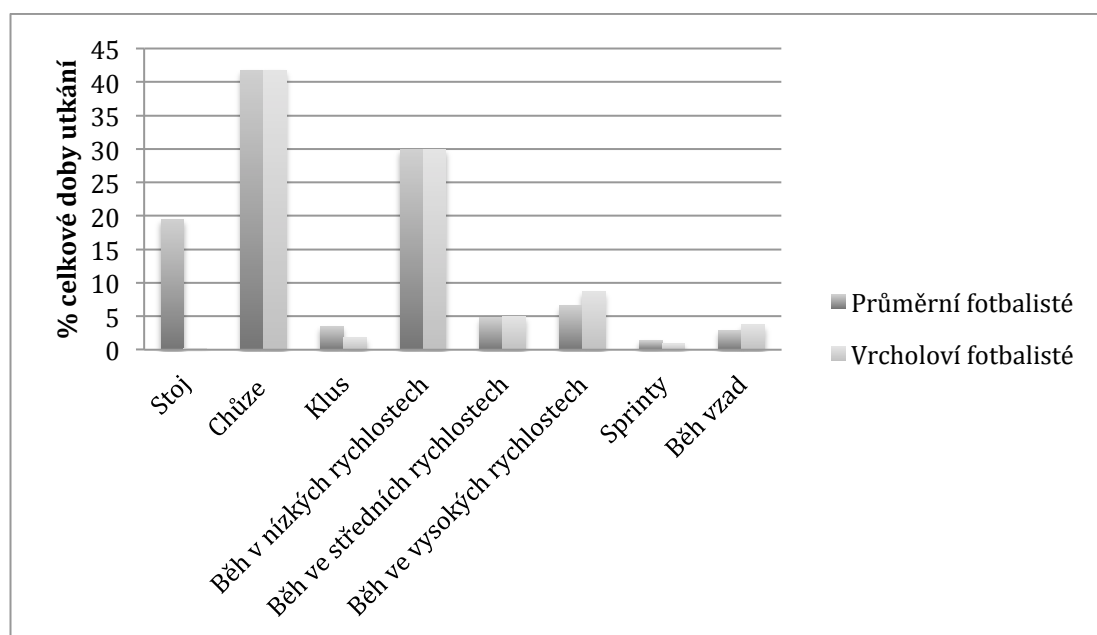
## 2 SYNTÉZA POZNATKŮ

### 2.1 Fyziologické aspekty fotbalu

Kolektivní sport, jakým fotbal bez pochyby je, vyžaduje komplexní intenzivní tělesnou přípravu, ale také přípravu psychickou (Kirkendall, 2013). Nelze jednoznačně říci, zda je důležitější taktika nebo kondice, jsou to faktory, které stejnou měrou ovlivňují výkon fotbalistů.

Zatížení ve fotbale je typu intermitentního, kdy hráči nejsou neustále v pohybu a stejně tak i hra není kontinuální. Intermitentní typ zatížení se vyznačuje především střídajícími se intervaly zatížení. Střídají se intervaly zatížení nižší intenzity s intervaly zatížení o vysoké až maximální intenzitě, zpravidla trvající 5- 10s (Psotta et al., 2006). O střídajícím zatížení ve fotbale nám napovídá i rozdělení činností hráčů ve fotbale dle Kirkendalla (2013), který rozlišuje: stoj, chůzi, klus, rychlý běh, sprint.

Není překvapivé, že fotbalista za zápas naběhá až 10 km a provede tisíc různých činností, které se mění každých 4 – 6 sekund (Mohr et al., 2003, Kirkendall, 2013). Uběhnutá vzdálenost však závisí na výkonnostní třídě, dle výzkumu provedeného v roce 2003 Mohrem et al. byl zjištěn rozdíl až 5% mezi uběhnutou vzdáleností vrcholových fotbalistů a průměrných fotbalistů. Mohr et al. (2003) dále uvádí, že v jednom utkání fotbalista absolvuje 30 – 40 sprintů či 30 – 40 pádů a výskoků. Pohybovou strukturu hráčů fotbalu můžeme vidět na Obrázku 1.



Obrázek 1. Model pohybové struktury v rámci fotbalového utkání (Mohr. et al., 2003).

Samozřejmě je důležitá individuální obratnost každého hráče, ale je třeba si uvědomit, že fotbal je týmový sport, a proto nejde tolik o jednotlivce, jako o propojení sil celého týmu, schopnosti pracovat s prostorem a v neposlední řadě jde o taktickou vybavenost týmu. Faktorů, které ovlivňují výsledek utkání je mnoho, ale my se budeme zaměřovat především na ty individuální.

### *2.1.1 Aerobní požadavky herního výkonu ve fotbale*

Způsob aerobního krytí v organismu převažuje v klidu, v průběhu zotavných procesů či při aktivitě nižší intenzity. Jak jsme mohli vidět v Obrázku 1 aktivity nižší intenzity ve fotbalovém utkání převažují, proto je třeba aerobní kapacitu hráčů rozvíjet. Bangsbo et al. (2008) uvádí, že hráči při utkání čerpají energii z aerobního metabolismu z 80 – 90%.

Aerobní metabolismus spočívá ve využívání kyslíku v biochemickém řetězci štěpení cukrů a tuků a je hlavním zdrojem tvorby energie pro svalovou činnost (Psotta et al., 2006).

Pro hodnocení aerobní kapacity a aerobního výkonu jsou zde determinanty jako je srdeční frekvence (SF) a maximální spotřeba kyslíku ( $VO_{2max}$ ). Průměrná maximální spotřeba kyslíku se u profesionálních hráčů fotbalu pohybuje v rozmezí 56,8 – 67,6 ml/kg/min. Hodnoty maximální spotřeby kyslíku mohou být ovlivnitelné herním postem, herním stylem či trénovaností hráčů (Teplan et al., 2012).

Bangsbo et al. (2006), Psotta et al. (2006) uvádí, že průměrná spotřeba kyslíku v průběhu utkání je asi 70%  $VO_{2max}$  a odpovídá intenzitě zatížení 5 – 10% pod anaerobním prahem s čímž souvisí i hodnoty srdeční frekvence, která se pohybuje na 80 – 93% maximálních hodnot SF.

Spotřeba kyslíku během zápasu je samozřejmě ovlivněna řadou faktorů, které musejí být brány v potaz, jako je např.: dehydratace, hypertermie, duševní stres. To vše ovlivňuje srdeční frekvenci a následně i spotřebu kyslíku.

Z výše popsaného je zjevné, že aerobní trénink je pro hráče fotbalu nezbytný. Bangsbo et al. (2006) uvádějí hlavní tři body důležitosti aerobního tréninku:

- Aerobní trénink je důležitý z hlediska zlepšení kapacity kardiovaskulárního systému k přenosu kyslíku, hráči jsou pak schopni pracovat ve vyšší intenzitě.

- Schopnost svalů využít kyslík k oxidaci tuků během delšího zatížení a tím dochází k ušetření glykogenu.
- Pro rychlejší schopnost zotavení po činnostech vysoké intenzity.

### 2.1.2 *Anaerobní požadavky herního výkonu ve fotbale*

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, energie je ve fotbale hrazena převážně aerobním metabolismem. Ten anaerobní má ale také svůj význam, a to při intenzivních činnostech, při nichž jsou kladeny nároky na anaerobní metabolismus.

Psotta et al. (2006) uvádí, že hráči na elitní úrovni provedou za 30 – 90 sekund 1–4 sekundové běhy ve vysoké až maximální rychlosti. Tyto intervaly se střídají s intervaly běhu ve středních rychlostech, které trvají cca 3 – 6s nebo s intervaly činností v nižší intenzitě (stání, chůze, poklus), které trvají asi do 10s.

### 2.1.3 *Fyziologické charakteristiky hráčů fotbalu*

Ideální fyziologický profil hráče fotbalu je velmi těžké určit a to hlavně z důvodu, že fotbal je sport kolektivní a o výsledku nerozhodují pouze specifické dovednosti jednotlivých hráčů, ale závisí také na koncepci klubu, organizaci hry a soudržnosti týmu. Fyziologický profil hráčů je však podstatný pro pochopení specifických nároků fotbalu. Za významný kondiční faktor je považována fyziologická kapacita pro střídavý, vysoce intenzivní pohybový výkon hráče (Psotta et al., 2006).

Jak bylo již zmíněno, fotbal je aerobní sport, kde jsou kladeny vysoké nároky na aerobní kapacitu jednotlivých hráčů, která je stěžejní pro rychlostní vytrvalost. Fyziologické požadavky hráčů korespondují s jednotlivými posty či funkcemi v týmu. Co se týká aerobní kapacity, především tedy hodnot  $VO_{2max}$ , které jsou velmi sledovaným parametrem, dosahují u profesionálních hráčů fotbalu hodnot mezi 65 – 70 ml/min/kg (Grasgruber & Cacek, 2005).

Nejnižších hodnot dosahují brankáři, jejichž  $VO_{2max}$  se pohybuje mezi 50 – 55ml/min/kg. U hráčů v poli jsou tyto hodnoty okolo 55 – 75ml/min/kg a nejvyšší hodnoty vykazují středoví hráči a krajní obránci (Psotta et al., 2006).

Hodnoty jednotlivých fyziologických parametrů u profesionálních hráčů fotbalu můžeme vidět v Tabulce 1.

Tabulka 1

*Maximální hodnoty fyziologických parametrů profesionálních hráčů fotbalu při testu do vita maxima dle Novotného et al., 2010 (upraveno dle Zelenka 1993\*, Grasgruber-Cacek 2008\*\*, Reilly 1990\*\*\*, Heller 1995\*\*\*\*, Jansa 2007\*\*\*\*\*)*

Fyziologický parametr		Muži	
<b>VO<sub>2</sub>max</b>	maximální příjem kyslíku	[ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ]	55-65** 61,0*****
<b>SF<sub>max</sub></b>	maximální srdeční frekvence	[tepy·min <sup>-1</sup> ]	198***
<b>La<sub>max</sub></b>	maximální koncentrace laktátu	[mmol·l <sup>-1</sup> ]	11****
<b>VO<sub>2</sub>/SF</b>	tepový kyslík	[ml]	35*
<b>VC</b>	vitální kapacita plic	[l] [% z běžné populace]	5,5***
<b>V<sub>max</sub></b>	maximální rychlost na běhátku	[km·h <sup>-1</sup> ]	18,5-19** 16,7*****
<b>ANP</b>	úroveň anaerobního prahu	[% z SF <sub>max</sub> ] [% z VO <sub>2</sub> max]	70-80** 80,5*****
<b>V<sub>ANP</sub></b>	Rychlost na běhátku při anaerobním prahu	[km·h <sup>-1</sup> ]	14,5-15**

#### 2.1.4 Antropometrické charakteristiky hráčů fotbalu

Nelze jednoznačně říci ideální antropometrické parametry profesionálního fotbalisty, ale co se týká tělesné výšky, většina autorů uvádí optimální rozmezí mezi 170 – 190cm (Psotta et al., 2006, Novotný et al., 2010). Samozřejmě jsou patrné velké výškové rozdíly například mezi národnostmi či různými etniky, ale nemůžeme říci, že menší tělesný vzrůst je nevýhodou, při některých herních situacích může být i výhodný.

Hráči menšího vzrůstu jsou např. schopni měnit směr rychleji a lépe manipulovat s míčem.

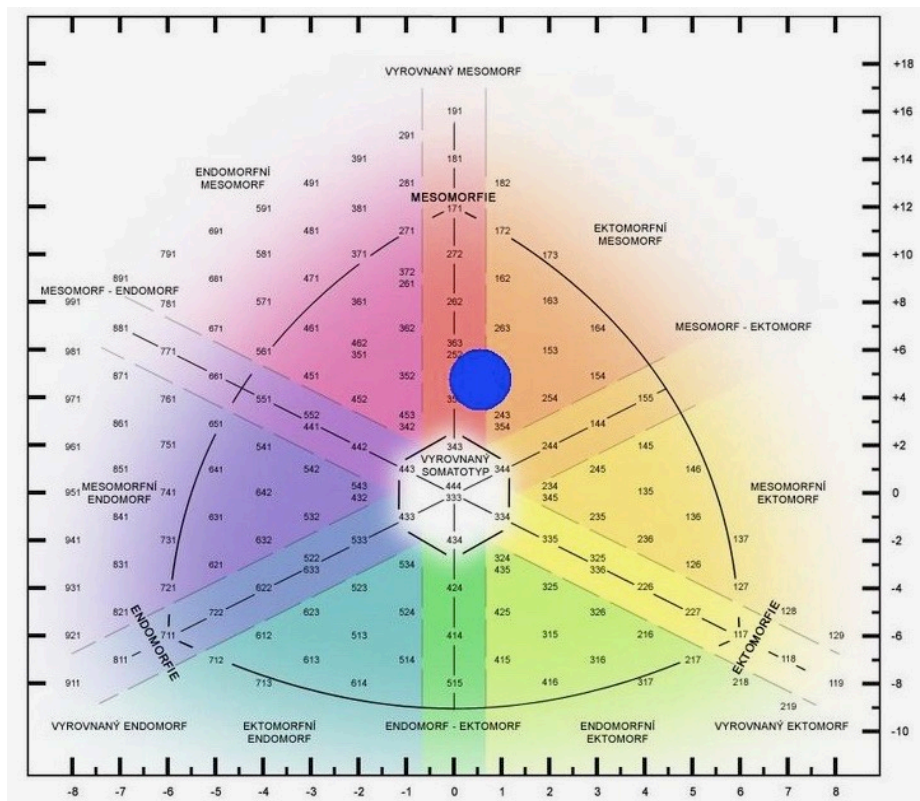
Jednotlivé somatické parametry můžeme vidět v Tabulce 2, která v sobě zahrnuje údaje od 3 autorů.

Co se týká somatotypu, preferováni jsou jedinci s vyšší úrovní ektomorfní složky a nižší úrovní mezomorfní složky, co můžeme vidět i na Obrázku 1. Důvodem jsou vyšší nároky v utkání na nervosvalovou koordinaci a stejně tak i objem běžecké lokomoce. S výše popsaným souvisí i vývojový trend snižování množství tělesného tuku u hráčů a zvyšování aktivní tělesné hmoty. Dříve bylo procento tuku u elitních fotbalových hráčů v rozmezí 10 – 15% tuku, nyní se pohybuje spíše mezi 8 – 12%. (Psotta et al., 2006).

Tabulka 2

*Somatická charakteristika profesionálních hráčů fotbalu dle Novotného et al., 2010 (upraveno dle Zelenka 1993\*, Grasgruber-Cacek 2008\*\*, Heller 1995\*\*\*\*)*

Somatický parametr		muži
tělesná výška	[cm]	176-192* 182****
hmotnost	[kg]	73-80* 78,2****
procento tuku	[%]	6-7,3* <10**
somatotyp		2,5-5-3* 2-5-2,5**



Obrázek 2. Somatograf fotbalistů (Novotný et al., 2010).

## 2.2 Autonomní nervový systém

Autonomní nervový systém (ANS) – často nazývaný jako vegetativní nervová soustava a to z toho důvodu, že ovlivňuje základní biologické funkce spojené s přijímáním potravy, látkovou výměnou, cirkulací, dýcháním. Řídí také funkce vnitřních orgánů, které koordinuje s činností kosterního svalstva. Podobně jako ostatní části nervové regulace, tvoří tento systém reflexní okruhy, kterými propojuje centrální části s periferií. I když by se mohlo zdát, že je tento systém samostatný, tak tomu tak určitě není. V jistých situacích podléhá vlivu centrálního nervového systému (Rokyta et al., 2015, Hamar & Lipková, 2001).

Merkunová & Orel (2008) uvádějí, že ANS je vůlí neovladatelný a jeho činnost je řízena automaticky v integraci s ostatními částmi nervového a hormonálního systému a jako hlavní funkci ANS definují řízení činnosti hladké a srdeční svaloviny, exokrinních a endokrinních žláz.

ANS je v koordinaci s endokrinním a imunitním systémem a společně upravují odpovědi organismu na vnitřní a vnější podněty, významně se také podílí na homeostáze

organismu a velmi citlivě reaguje na všechny somatické i psychické aktivity (Opavský, 2004).

Rozlišujeme dvě složky vegetativního řízení – sympatikus a parasympatikus, které se vzájemně ovlivňují (např. v návaznosti na srdeční frekvenci, sympatikus ji zvyšuje, parasympatikus ji snižuje), ale někdy pracují i společně. Centrum sympatiku a parasympatiku se nachází v hypotalamu (Rokyta et al., 2015).

U vegetativního nervového systému můžeme rozlišovat centrální a periferní část. Různé regulační úrovně pro vegetativní funkce zajišťuje centrální část, kterou představuje mícha, prodloužená mícha, mezimozek, mozková kůra. Periferní část je tvořena dráhami směřujícími k efektorům a senzorycká nervová vlákna, která přivádějí informace z vnitřního prostředí a orgánů (Trojan et al., 2003).

### *2.2.1 Centrální část autonomního nervového systému*

Činnost sympatiku a parasympatiku je řízena z centrální nervové soustavy na několika úrovních (Rokyta et al., 2015):

- mozková kůra – se řadí k limbickému systému a koordinuje autonomní funkce.
- hypotalamus – spolu s limbickým systémem integrují další somatické a vegetativní funkce: termoregulaci, sexuální chování, příjem potravy, emoční chování. Má také funkci endokrinní a je rozhodující pro zajištění homeostázy.
- retikulární formace mozkového kmene – řídí životně důležité funkce jako je dýchání, činnost srdce, cév, příjem potravy.
- spinální mícha – zajišťuje autonomní reflexy a integraci somatických a vegetativních reakcí, které jsou uskutečňovány autonomním reflexním okruhem.

### *2.2.2 Periferní část autonomního nervového systému*

Periferní část autonomního nervového systému můžeme rozdělit na aferentní a eferentní, a to na základě toho, zda přivádí či odvádí informace od vnitřních orgánů do centrální nervové soustavy (CNS). Aferentní část je tvořena nervovými vlákny (nemyelizovanými, typ C, pomalá rychlost vedení vzruchu) z mechanoreceptorů, baroreceptorů, chemoreceptorů, nociceptorů ve stěnách vnitřních orgánů (Rokyta et al., 2015).



Eferentní část, která řídí hlavně krevní oběh a činnost vnitřních orgánů se dělí na sympatikus a parasympatikus. Vlákná sympatiku začínají v hypotalamu, procházejí míchou a spojují se v pregangliová vlákna. Z míchy pak vstupují do sympatického kmene, což je řetězec ganglií uložený podél páteře. Odtud vychází postgangliová vlákna do cílových orgánů. Podél postgangliových vláken se šíří elektrický podnět na nervová zakončení, kde uvolní chemické látky, které podráždí receptory pro vlastní odpověď cílových buněk (Kolář et al., 2003).

Převod vzruchu z nervového vlákna parasympatiku probíhá podobně jako u sympatiku. Při jádrech některých hlavových nervů začínají parasympatická vlákna, ganglia parasympatiku najdeme až v těsné blízkosti inervovaného orgánu (Trojan, 2003).

### 2.2.3 Faktory ovlivňující ANS

Integritu organismu jako celku udržuje ANS, jak jsme již zmiňovali v předchozích kapitolách. ANS je otevřený, dynamický systém, který ovlivňuje informace z vnějšího a vnitřního prostředí (Salinger, 2004).

Faktory, které ovlivňují ANS můžeme rozlišit na vnitřní a vnější. Mezi ty vnitřní můžeme zařadit pohlaví, tělesnou teplotu, věk a zdravotní stav jedince (Salinger, 2004). Se stoupajícím věkem se aktivita ANS snižuje, stárnutím totiž klesá aktivita obou systému ANS – parasympatiku i sympatiku. Pokud se podíváme na opačný konec věkové osy, tak při narození ještě není dokončeno zrání sympatiku a parasympatiku a spolu s tím i řízení srdeční činnosti. To má za následek vyšší srdeční frekvenci u novorozenců, jelikož parasympatikus má na srdce dítěte velmi malý vliv (Brychta, Stejskal & Řehová, 1996, Javorka, 2008).

Mezi vnější faktory řadíme klimatické vlivy, denní dobu, změnu polohy těla, psychickou a fyzickou zátěž. Co se týká pravidelné, dlouhodobé fyzické aktivity, řadíme ji mezi pozitivní faktory ovlivňující ANS jelikož zvyšuje tonus parasympatiku a urychluje reakci ANS ve stresových situacích (Brychta, Stejskal & Řehová, 1996, Trojan, 2003).

Vzpomeňme také negativní faktory, které ovlivňují ANS, jsou jimi dle Trojana (2003): alkohol, kouření, chronický stres a celkově špatný životní styl.

## 2.3 Kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární soustava zahrnuje srdce, krevní cévy, krev, mízní cévy a mízu. Krevní cévy tvoří uzavřený systém, kde neustále proudí krev, a to díky čerpací funkci srdce. Kardiovaskulární soustava zprostředkovává přísun zásobních látek z krve k buňkám. Umožňuje také předávání informací prostřednictvím aktivních látek, pomáhá udržovat stálou koncentraci iontů, acidobazickou rovnováhu, tělesnou teplotu. To vše prostřednictvím odstraňování koncových metabolických produktů buněk (Merkunová & Orel, 2008).

### 2.3.1 Převodní systém srdeční

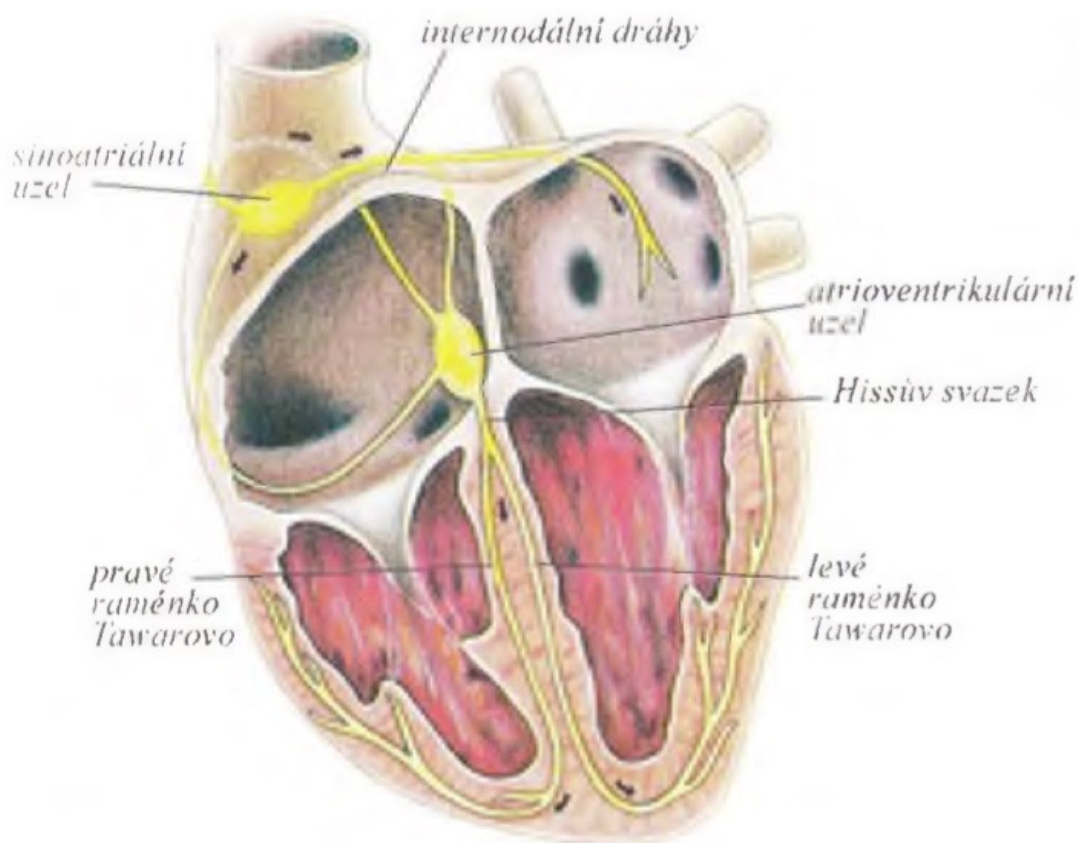
Jedná se o systém svalové tkáně s odlišnou morfologií od ostatní svaloviny předsíní a komor. V převodním systému srdečním si srdce samo vytváří vzruchovou aktivitu tzn. pravidelné střídání systoly a diastoly.

Buňky převodního systému srdečního mají nižší obsah myofibril, vysoký obsah glykogenu a liší se od běžné buňky především elektrofyzilogickými vlastnostmi. Z těchto vlastností můžeme jmenovat především vysokou rychlost šíření vzruchu – tzv. depolarizační vlny (Rokyta et al., 2008).

Převodní soustavu srdeční tvoří (Rokyta et al., 2008):

- Sinoatriální uzel (Keithův – Flackův) – umístěný na pravé předsíní v části, kde krev vtéká do srdce.
- Internodální dráhy – spojují sinoatriální uzel s atrioventrikulárním uzlem.
- Atrioventrikulární uzel (Aschoffův – Tawarův) – umístěný při ústí trikuspidální chlopně.
- Hissův svazek – odstupuje z atrioventrikulárního uzlu a prochází síňokomorovou přepážkou
- Towarovo raménko (pravé a levé) – směřují do odpovídající svaloviny komor
- Purkyňova vlákna – probíhají periferně a jsou zakončena ve svalovině komor

Jednotlivé oddíly převodní soustavy srdeční můžeme vidět na Obrázku 2.



Obrázek 2. Převodní soustava srdeční (Zdroj: Rokyta et al., 2000).

Sinoatriální uzlík, který leží v pravé síni v blízkosti ústí horní duté žíly je udavatelem rytmu. V tomto místě dochází k nejrychlejší frekvenci, ke spontánní elektrické aktivitě a ta udává rytmus srdeční činnosti. Mluvíme o sinusovém rytmu (Mourek, 2012).

Se srdeční aktivitou souvisí pojem klidový membránový potenciál, jehož hodnota je asi 70 – 90 mV, ale pohybujeme se v minusových číslech. Je to dáno především tím, že uvnitř buňky je oproti vnějšku elektronegativita, což je zapříčiněno nerovnoměrným rozdělením iontů. Například koncentrace draslíku je uvnitř buňky 30krát větší než vně buňky. Hlavní extracelulární kationt je sodík (Mourek, 2012).

Poměr iontů je dán propustností membrány, v tomto případě je zjevné, že buňka srdečního svalu má vyšší propustnost pro ionty draslíku než pro ionty sodíku.

Vhodné iontové rozložení zajišťuje také enzym ATPáza, který zajišťuje vytěsňování vniklých sodíkových iontů do buňky a udržuje vysokou koncentraci draselných iontů uvnitř buňky (Mourek, 2012).

### 2.3.2 *Srdeční frekvence*

Srdeční frekvence nám může poskytnout mnoho informací, ale je velmi důležité umět správně interpretovat výsledky a také mít spolehlivé data. Přesná data nám pak v mnohém napoví. Lze podle nich vyhodnocovat reakce organismu, adaptace, energetické výdeje, tréninkové programy (Perič & Dovalil, 2010).

Měření srdeční frekvence v rámci tréninku má mnohé výhody, mezi ně patří např.: správná intenzita cvičení pro rozvoj jak aerobního, tak anaerobního systému, čas odpočinku mezi jednotlivými tréninkovými jednotkami a při intervalovém tréninku. Stejně tak nám srdeční frekvence napoví i v případě prvních známek přehřátí, vyčerpání zásobních látek či prvních známek hrozícího přetrénování (Perič & Dovalil, 2010).

Srdeční frekvence hraje důležitou roli pro sportovce v rámci strategie na delších závodních distancích. Nejdůležitější parametry, které nás u srdeční frekvence zajímají jsou: klidová srdeční frekvence, maximální srdeční frekvence.

K měření srdeční frekvence se využívá:

- sportester – přístroj na okamžitou zpětnou vazbu, který nám říká, zda trénujeme moc, v příliš vysokém zatížení, ba naopak v příliš nízkém.
- elektrokardiogram (EKG) – při této metodě se používá elektrod, které jsou umístěny na povrchu těla standardně v určitých místech. EKG záznam se skládá z vln a kmitů, které mají charakteristický tvar a trvání

Není nic neobvyklého, že měřením EKG pravidelně prochází všichni vrcholoví sportovci. EKG slouží také k odhalení abnormalit. Huttin et al. (2018) se zabývali měřením EKG celých 10 let (od roku 2005 – 2015) a do svého výzkumu zahrnuli 2484 hráčů elitních fotbalových mužstev z francouzské profesionální ligy. Celých 15% elektrokardiografů bylo považováno za abnormální, ze zkoumaných bylo u 17% pozorována sinusová bradykardie a u 8% zkoumaných byl objeven atrioventrikulární blok prvního stupně. Elektrická hypertrofie levé komory byla zaznamenána u 37% hráčů.

### 2.3.3 *Variabilita srdeční frekvence*

Variabilita srdeční frekvence nebo také proměnlivost (či je využíván anglický název Heart Rate Variability = HRV) je způsobena permanentní oscilací srdeční frekvence v průběhu času. Rytmus SF se pořád mění a vzdálenost mezi intervaly R-R je

pokaždé jiná. Variabilita R-R intervalů je ukazatel, který nás zajímá (Javorka et al., 2008). Stejskal & Salinger (1996) definují HRV jako senzitivní parametr, ukazatel rovnováhy ANS či jako ukazatele poměru aktivity sympatiku a vagu.

Opavský (2004) vysvětluje HRV jako kolísání sympatického a parasympatického oddílu ANS, které mají pozitivní a negativní chronotropní vliv. Variabilitu srdeční frekvence ovlivňuje jak respirační periodicita, tak komplexní nízkofrekvenční periodicita se složkami s periodou 10s – 1min, které můžeme definovat díky metodě spektrální analýzy. Ta je založena na principu sledování oscilací intervalů mezi po sobě následujícími srdečními stahy, které jsou znázorněny na EKG pomocí R-R intervalů (Fráňa et al., 2005). Tyto R-R intervaly moduluje i aktivita sympatiku a parasympatiku, na základě jednotlivých kmitočtů (frekvencí) lze stanovit podíl sympatiku či vagu na srdeční frekvenci. S nízkou frekvencí je spojena aktivita sympatiku (0,04 – 0,15Hz), s vyšší frekvencí je spojena aktivita vagu (0,15 – 0,4 Hz) (Acharya et al., 2006).

Monitorování variability srdeční frekvence nachází své uplatnění v různých odvětvích. Prajapat et al. (2018) uvádějí širokou škálu využití monitoringu HRV např. jako ukazatel pro preskripci pohybové aktivity či hodnocení účinnosti této preskripce, lze využít i pro odhalení fáze přetrénování, pro zkoumání vlivu duševního stresu na autonomní řízení a především je to ukazatel srdečního zdraví.

Pro stanovení HRV se využívá spektrální analýza, jak již bylo zmíněno. Botek et al. (2014) uvádějí, že je ideální, aby bylo HRV kvantifikováno z EKG a to ve stoje nebo v leže. Botek et al. (2017) uvádějí, že monitorování variability srdeční frekvence je moderní diagnostický přístup, který nám pomáhá kontrolovat odezvu organismu na tréninkové zatížení, stresové podněty tréninkové i mimotréninkové.

Mezi tyto podněty můžeme zařadit environmentální vlivy nebo psychosociální stres. Je důležité znát tréninkovou kapacitu organismu každého sportovce, jelikož v návaznosti na ni můžeme zefektivnit tréninkový proces, snížit riziko nahromaděné únavy, předejít vzniku přetrénování, k tomu všemu nám napomáhá HRV (Botek et al. 2017).

Díky tomu, že HRV vykazuje tzv. cirkadiální rytmicitu byly zjištěny změny v hodnotách HRV v průběhu dne. Nejvyšších hodnot dosahuje HRV u zdravého člověka v pozdních nočních hodinách a nad ránem, naopak nejnižší HRV je dopoledne (Boudreau et al., 2013). HRV je velmi citlivý biosignál, který má velkou

intraindividuální a interindividuální variabilitu. Mezi faktory, které mohou ovlivnit HRV můžeme dále zařadit: věk, pohlaví, medikaci, různou míru stresu (Reimer et al., 2018).

#### 2.3.4 Řízení srdeční činnosti

Srdeční činnost je řízena jednak nervově, ale také humorálně. Nervovou regulaci zabezpečuje sympatikus, který zvyšuje tepovou frekvenci a parasympatikus, který snižuje tepovou frekvenci. Trojan et al. (2003) dále uvádí, že řízení srdeční frekvence probíhá i na úrovni celulární. Všechny tyto regulační mechanismy působí na několik parametrů a výsledkem může být snížení či zvýšení SF (chronotropie), změny ve vzrušivosti myokardu (bathmotropie), v síňokomorovém převodu (dromotropie), v síle srdeční kontrakce (ionotropie) popřípadě různé varianty a kombinace výše popsaného.

Rokyta (2000) uvádí, že řízení srdeční činnosti je zaměřeno jak na frekvenci srdečních stahů, tak i na změnu síly srdeční kontrakce, což jsou dva hlavní komponenty, jelikož hlavním cílem srdeční činnosti je dosažení odpovídajícího srdečního výdeje, který je určen systolickým objemem i tepovou frekvencí.

Síla srdeční kontrakce se dynamicky mění a to v závislosti na žilním návratu, díky němu je snížen nebo zvýšen systolický objem srdeční. To můžeme jednoduše vysvětlit tak, že čím více se během diastoly naplní srdeční komory, tím větší množství krve se vypudí do arteriálního řečiště pod vyšším tlakem. Tento automatický mechanismus je nazýván Frank-Starlingův zákon (Crawford & DiMarco, 2001).

## 2.4 Respirační systém

Nazýván také jako dýchací systém, zajišťuje výměnu dýchacích plynů mezi zevním prostředím a plícemi. Tento děj se označuje plicní ventilace. Pravidelný přísun kyslíku do tkání je velmi důležitý, jelikož díky tomu vzniká dostatečné množství energie v organismu, které je důležité pro udržení jeho integrity (Merkunová & Orel, 2008, Rokyta et al., 2008).

Pro potřeby sportovní medicíny nás z respiračního systému zajímá především hodnota spotřeby kyslíku a maximální spotřeba kyslíku, proto se v další kapitola zaměříme právě na tyto ukazatele tréninkové výkonnosti.

### 2.4.1 Maximální spotřeba kyslíku

Dříve než přejdeme k hodnotám maximální spotřeby kyslíku je dobré vědět, jaké hodnoty dosahuje spotřeba kyslíku za bazálních podmínek.

Spotřeba kyslíku ( $VO_2$ ) je tedy parametr, který odráží schopnost organismu reagovat na zátěž a je zde patrná přímá úměra k vykonané práci. Při testování funkční zdatnosti sportovců jsou tyto hodnoty velmi sledované, jelikož vyjadřují funkční aerobní kapacitu jedince. Klidové hodnoty spotřeby kyslíku u dospělého člověka se pohybují okolo 3,5 ml/kg/min, kdy tuto hodnotu můžeme vyjádřit i v jednotkách metabolického ekvivalentu, v tom případě mluvíme o hodnotě 1 MET. Tato jednotka nás zajímá i při zátěži, kdy sledujeme kolikrát je člověk schopný zvýšit své klidové hodnoty (Jančík, Závodná & Novotná, 2006).

Hodnotu  $VO_{2max}$  můžeme definovat jako maximální množství přijatého kyslíku, který je schopen organismus využít pro svalovou práci v režimu aerobní produkce využitelné energie (Máček & Radvanský, 2011).

Noakes (2004) uvádí, že hodnota  $VO_{2max}$  je maximální potenciál organismu pro aerobní způsob získávání energie a není vhodné při určování výkonnosti ve vytrvalostní disciplíně přehlížet pouze k hodnotám  $VO_{2max}$  a brát je jako rozhodující.

Basset & Howley (2000), kteří uvádí, že nejdůležitější roli k ovlivnění hodnot  $VO_{2max}$  je schopnost kardiopulmonárního systému transportovat kyslík. Dále vymezují následující limitující faktory úrovně  $VO_{2max}$ :

- difúzní kapacita pulmonálního systému
- maximální srdeční výkon
- transportní kapacita krve pro kyslík
- charakteristiky kosterního svalstva (hustota kapilár, periferní difúzní gradient, aktivita mitochondriálních enzymů).

Při stanovení hodnot  $VO_{2max}$  se doporučuje provádět měření s využitím spiroergometrie, v laboratořích buď na bicyklovém, či běžeckém ergometru a za využití obecného funkčního vyšetření. Hodnoty  $VO_{2max}$  u netréovaných mladých mužů se pohybují okolo 45 – 50ml/kg/min a u netréovaných mladých žen v rozmezí 35 –

40ml/kg/min. Hodnoty  $VO_{2max}$  vysoce trénovaných sportovců se pohybují až kolem 70 – 80ml/kg/min (Máček & Radvanský, 2011, Grasgruber & Cacek, 2008).

Stølen et al. (2005) upozorňuje na rozdíly v hodnotách  $VO_{2max}$  dle jednotlivých postů ve fotbale.

Hodnoty  $VO_{2max}$  u profesionálních hráčů fotbalu můžeme diferencovat i dle věku, této tématice se věnuje studie Botek et al. (2016), kde porovnávali jednotlivé somatické, výkonnostní ukazatele a variabilitu srdeční frekvence napříč věkovými skupinami. Jednotlivé odchylky v hodnotách  $VO_{2max}$  u věkových kategorií můžeme vidět v Tabulce 3.

Tabulka 3

*Maximální spotřeba kyslíku u profesionálních fotbalistů dle věkových kategorií Botek et al. (2016).*

Věkové kategorie	$VO_{2max}$ [ml/min/kg]
17 – 19,9 let	59,6 ± 3,9
20 – 24,9 let	59,4 ± 4,2
25 – 29,9 let	59,7 ± 4,1
30 – 39 let	56,6 ± 3,8

## 2.5 Testy využívané ve fotbale

Testování ve sportovních disciplínách se využívá z různých důvodů. Tím dominantním důvodem je zjištění aktuálního stavu hráče, co se kondičních a vytrvalostních schopností týká, mimo to je testování často prováděno pro účely posouzení vlivu tréninkového procesu, predikci sportovní výkonnosti, plánování tréninku aj. (Pastucha, 2014).

Pastucha (2014) uvádí rozdělení jednotlivých zátěžových testů na:



- *dělení podle místa konání testu* – rozlišujeme **terénní testy** a **laboratorní testy** – jednotlivým testům v rozdílných podmínkách zaměřených na hráče fotbalu se budeme věnovat v kapitole 2.5.1 a 2.5.2.
- *dělení podle velikosti zatížení* – **maximální zátěžové testy** – ty se provádějí do doby dosažení maximální tepové frekvence nebo plató ve spotřebě kyslíku. Tyto testy ukazují aerobní kapacitu a testy by neměl být delší než 12 minut. **submaximální testy** – jejichž kritériem je dosažení 70% tepové rezervy nebo 85% vypočítané maximální tepové frekvence, **supramaximální testy** – testují anaerobní výkonnost, zde patří např. Wingateův test
- *dělení podle metabolických pochodů* – rozlišujeme **anaerobní testy** (zaměřené na schopnosti využít neoxidativní pochody), které se provádějí velmi krátkou dobu do maximální intenzity a **aerobní testy**, které hodnotí schopnost využít oxidativní energetické metabolické pochody.

Pro potřeby této diplomové práce se budeme podrobněji věnovat testování v laboratorních podmínkách a následně zmíníme i testy prováděné v terénu.

### 2.5.1 Laboratorní testy

Jak už sám název napovídá, tyto testy se provádí v laboratorních podmínkách, kde je pro správné provedení těchto testů zapotřebí specializovaně vybavené pracoviště.

Největší výhodu laboratorních testů můžeme vidět v neměnných podmínkách, které nám zajišťují hlavně vysokou reliabilitu testování. Mezi nevýhody můžeme zařadit, nespecifický charakter zatížení, který nemusí odpovídat konkrétní pohybové aktivitě. Samozřejmě musíme zmínit i trošku vyšší náklady, které jsou spojené s testováním v laboratorních podmínkách (Hnízdil & Havel, 2012).

Testování v laboratorních podmínkách rozdělíme dle Psotty (2006) na:

- testování anaerobní kapacity
- testování aerobní kapacity

### Testování anaerobní kapacity

Jak již bylo zmíněno testy anaerobní kapacity jsou zaměřeny na schopnosti využít neoxidativních energetických metabolických cest. Určení anaerobní kapacity, jakož to

významného parametru hráče fotbalu, se provádí prostřednictvím měření krevní koncentrace laktátu, nejčastěji v 3. minutě po ukončení zátěže (Grasgruber & Cacek, 2008).

Níže uvádíme testy, které se využívají v laboratorních podmínkách pro měření anaerobní kapacity:

- Wingate test – jde o test prováděný na bicyklovém ergometru, kdy se proband snaží překonat nastavený odpor o velikosti 7,5 N/kg po dobu 30s. Ukazatele anaerobní výkonnosti jsou především vykonaná práce, maximální a průměrný dosažený výkon a index únavy (Hnízdil & Havel, 2012).
- Boscův test – nazýván také jako výskoková ergometrie, jelikož se test provádí na výskokovém ergometru – deska, která funguje jako elektrický spínač. Dle délky testu (10s – 60s) můžeme testovat buď výbušnou či vytrvalostní sílu dolních končetin. Hodnotí se výška výskoku a aktivní fáze odrazu (Bernaciková, et al. 2010).

Mezi nejčastější testy, využívané ve fotbale v laboratorních podmínkách řadíme testy se stupňovanou zátěží na běhátku nebo na bicyklovém ergometru. Ze sledovaných ukazatelů jsou pak nejčastěji hodnoceny:

- srdeční frekvence
- $VO_{2max}$
- úroveň laktátu (LA)
- maximální ventilace ( $V_{max}$ )

### **Testování aerobní výkonnosti**

Aerobní výkonnost hraje důležitou roli ve fotbale, a to na všech úrovních. Aerobní výkon je ovlivňován třemi faktory: maximální aerobní energií, anaerobním prahem, ekonomickou prací (Hoff et al., 2002).

Je velmi žádoucí navyšovat aerobní výkonnost, jelikož to vyvolává pozitivní změny jako je např.: změna oxidativní kapacity svalů (zvýšení objemu mitochondrií, navýšení aktivity enzymů oxidativního metabolismu, zvýšení obsahu myoglobinu ve svalech), změna kapacity dýchacího, krevního a srdečně – cévního systému. Tyto změny

se pak projevují zlepšenou ekonomikou dýchání či zvýšenou výkonností srdečního svalu (Psotta et al., 2006).

### **Test W170**

Praktikován na bicyklovém ergometru, kde nás zajímá výkon dosažený při tepové frekvenci 170tepů/min. Test je založený na lineární závislosti tepové frekvence na intenzitě zátěže. Na základě tří zátěží o submaximální intenzitě je možné zkonstruovat extrapoláčnickou přímku, která znázorňuje tuto závislost. Za pomoci této přímky pak na úrovni 170tepů/min lze odečíst, jaká intenzita zátěže ve watech by odpovídala hodnotě tepové frekvence (Novák et al., 2016).

### **Spiroergometrie**

Jedná se o nejkompaktnější vyšetření transportního systému pro kyslík. Za pomoci spiroergometrie lze stanovit aerobní kardiorespirační zdatnost prostřednictvím vydechovaného vzduchu při maximální fyzické zátěži organismu (Vilikus et al., 2004).

Tento zátěžový test stupňovaného charakteru s přesně dávkovaným měřeným výkonem a analýzou ventilovaného vzduchu můžeme provádět na různých typech ergometrů: Vilikus et al. (2004), Hnízdil & Havel (2012) rozdělují ergometry na:

- bicyklový ergometr – je vhodný pro kvalitní snímání EKG a možnost odebrání vzorků krve, a to díky klidné horní polovině těla. Nevýhodou je lokální únava dolních končetin a dosahování nižších hodnot než na běhátku, a to z důvodu menšího procentuálního využití svalů při testu.
- běhací koberec (běhátko) – výhodou je zatěžování celého těla a nedochází tak k předčasné lokální únavě. Nevýhodou můžeme spatřovat ve vyšší pořizovací ceně, hlučnosti, ale především, při spiroergometrii na běhacím páse nejsme schopni změřit tlak a odebrat probandovi krev
- rumpál – využívaný především u handicapovaných, kdy je zatěžováno malé množství svalů
- veslařský ergometr
- běžkařský

Důležité jsou výstupy z jednotlivých testování, které mají výpovědní charakter a na základě těchto údajů lze stanovit  $VO_{2max}$ , a to hned několika způsoby (Hnízdil &

Havel, 2012): metody přímého stanovení, predikční rovnice na základě výsledků výkonových testů, predikční rovnice bez zatížení.

### 2.5.2 Terénní testy

Jak už název napovídá, testy či zkoušky jsou prováděny v přirozeném prostředí a jejich charakter je výkonový, to znamená, že úroveň vytrvalosti se stanovuje porovnáním dosaženého výkonu s normativními údaji (Hnízdil & Havel, 2012).

Stejně tak jako u laboratorních testů můžeme i zde popsat výhody a nevýhody. Cenová dostupnost v případě terénních testů je lepší a testy lze provádět u velkých skupin probandů, výsledky testů lze přímo využít v tréninkovém procesu. Nevýhodou jsou pak klimatické faktory, které mohou celé testování ovlivňovat a reliabilita testování je tímto zhoršena (Hnízdil & Havel, 2012).

Také Lehnert (2010) upozorňuje na důležitost standardizace podmínek při terénním testování, a to z důvodu objektivnosti výsledků. Dále uvádí stěžejní parametry kterým je věnovaná pozornost při terénním testování:

- průměrná rychlost lokomoce, až do přerušení pro únavu (hodnotí se absolvovaná vzdálenost)
- daný časový limit lokomoce (hodnotí se absolvovaná vzdálenost a průměrná rychlost)
- určená vzdálenost tratě (hodnotí se čas překonané vzdálenosti a průměrná rychlost)

Měkota & Novosad (2005) a Lehnert (2010) uvádí příklady terénních testů:

**Cooperův test** – testuje běžeckou vytrvalost, kdy se proband snaží uběhnout co největší vzdálenost po dobu 12 minut, na základě tohoto testu a rovnice k tomu určené lze predikovat  $VO_{2max}$ .

**Běh na 2km** – Podobný princip jako u předchozího testu, jen s tím rozdílem, že je daná vzdálenost, kterou je třeba absolvovat v co nejkratším čase. Také se jedná o test aerobní výkonnosti, kde je možné odhadnout  $VO_{2max}$  (Psotta, 2006).

**Conconiho test** – v tomto testu běhá proband 200m dlouhé úseky. Každý následující úsek se snaží zrychlit o 0,5km/h. Test trvá zpravidla 15 – 30minut. Při tomto testu se

pozoruje závislost SF na intenzitě zatížení a data se pak graficky vyhodnocují, lze stanovit i anaerobní práh (Conconi et al., 1982).

**Vytrvalostní člunkový běh na 20m** – test se provádí jako souvislý běh mezi metami, vzdálenými od sebe 20m, až do vyčerpání. Čas na proběhnutí mezi metami je stanoven audio nahrávkou, kdy signály se pravidelně zrychlují. Test končí v okamžiku, kdy proband dvakrát po sobě nedodržel stanovenou rychlost (Měkota & Novosad, 2005).

**Yo-yo intermitentní vytrvalostní test** – slouží k hodnocení způsobilosti pro střídavý dlouhodobý výkon u hráčů fotbalu. Probandi střídají 20m dlouhý člunkový běh stupňovanou rychlostí do maxima s intervalem odpočinku 5 s, kdy hráči obíhají třetí metu vzdálenou 2,5m od startovní mety (Psotta, 2006).

**Yo-yo intermitentní zotavný test** – stejný princip jako u předchozího jen s rozdílem intervalu odpočinku, který je 10s a třetí meta je od startovní ve vzdálenosti 5metrů (Bangsbo & Mohr, 2011).

## 2.6 Periodizace sportovního tréninku

### 2.6.1 Roční tréninkový cyklus

Pokud se bavíme o dlouhodobé organizované tréninkové činnosti, je roční tréninkový cyklus základní jednotkou, která se zabývá racionálním uspořádáním sportovního tréninku. Cyklus je z pravidla složen ze čtyř tréninkových cyklů, někdy nazývané taky makrocykly. Každý z těchto cyklů má jiný obsah, úkoly formy tréninku a velká většina autorů uvádí tyto cykly právě čtyři (Perič & Dovalil, 2010, Zahradník & Korvas, 2012):

- Přípravné období – jak už sám název napovídá, v tomto období nezařazujeme žádné soutěže. Zaměřujeme se na rozvoj funkčních maxim a to především v oblastech kapacity srdečního – cévního systému, dýchacího systému. Cílem tohoto období je rozvoj trénovanosti v podobě obecných i speciálních pohybových schopností a dovedností. Tréninky v tomto období mají většinou všestranný charakter, obsahově se zaměřujeme především na jednotlivé pohybové schopnosti či dovednosti. Zatížení v přípravném období se zvyšuje především formou zvyšování objemu (Perič & Dovalil, 2010).

- **Předsoutěžní období** – toto období by především nemělo být příliš dlouhé, a to z důvodu snížení motivace či kvůli problémům s udržení dosažené úrovně výkonnosti. Zahradník & Korvas (2012) uvádějí ideální délku tohoto období 2 – 4 týdny před soutěžním obdobím a je charakteristické především snížením objemu tréninku, dostatečnou regenerací, vysokou kvalitou tréninkového procesu či stabilizací technických dovedností.
- **Hlavní soutěžní období** – cílem tohoto období je dosažení co nejlepšího výkonu v soutěži a co nejlépe zužitkovat vše, co bylo získáno v předchozích obdobích. Tréninky v tomto období jsou zaměřeny na udržení formy, což vyžaduje neustálý trénink. Bedřich (2006) uvádí, že fotbalisté v tomto období sehrají minimálně 30 utkání a upozorňuje i na negativní vliv stereotypnosti obsahu tohoto cyklu.
- **Přechodné období** – navazuje přímo na předcházející období a hlavním cílem je regenerace organismu hráčů, a to jak fyzická, tak i psychická. Objem a intenzita tréninků se snižuje a formou aktivního odpočinku se hráči připravují na další období. Trénink v tomto období je především zotavného charakteru v aerobním pásmu. Doporučuje se zařazovat doplňkové sporty, které nesouvisí s danou specializací, a kterými dojde k oživení tréninkového procesu (Perič & Dovalil, 2010, Votík, 2005).

Příklad tréninkového plánu pro profesionální fotbalový tým, který se přizpůsobuje množství odehraných zápasů průběhu týdne, můžeme vidět v Tabulce 4.

Tabulka 4

*Týdenní tréninkový plán v hlavním soutěžním období (Bangsbo et al., 2006)*

<b>den</b>	<b>jeden zápas/týdně</b>	<b>dva zápasy/týdně</b>
pondělí	volno	aerobní trénink nízké nebo střední intenzity – 30min silový trénink – 30 minut
úterý	Zahřátí – 15 min	Zahřátí – 15 min

	technika/taktika – 30min Aerobní trénink vysoké intenzity – 23min Hra – 15min	technika/taktika – 30min Aerobní trénink vysoké intenzity – 10min Hra – 15min
středa	Dopoledne: silový trénink – 60 min Odpoledne: Zahřátí – 15 min technika/taktika – 30min rychlostně vytrvalostní trénink – 20min	zápas
čtvrtek	Zahřátí – 15 min technika/taktika – 30min Hra – 30min	aerobní trénink nízké nebo střední intenzity – 40min silový trénink – 30 minut
pátek	zahřátí/technika - 25min dlouhý rychlostní trénink – 20min aerobní trénink vysoké intenzity - 18min	zahřátí/technika - 25min dlouhý rychlostní trénink – 10min aerobní trénink vysoké intenzity - 20min
sobota	zahřátí/technika - 25min krátký rychlostní trénink – 20min hra – 30min	zahřátí/technika - 25min krátký rychlostní trénink – 20min hra – 30min
neděle	zápas	zápas

### 2.6.2 Periodizace ve fotbale v ČR

System uspořádání soutěží v České republice rozděluje roční tréninkový cyklus následovně (Votík, 2005):

- letní přípravné období (červenec – srpen) – mimo komplexní rozvoj pohybových schopností se v tomto období zaměřujeme i na rozvoj taktických dovedností, vědomostí a psychologickou přípravu. Struktura, objem a intenzita zatížení je variabilní a záleží na věku, výkonnostní úrovni a také délce tohoto období. I když

je letní přípravné období kratší než to zimní, klade se zde větší důraz na speciální herní přípravu a přípravná utkání.

- podzimní hlavní období (srpen – listopad) – začíná prvním mistrovským utkáním a končí posledním kolem podzimní části soutěže. Hlavním, avšak složitým úkolem tohoto období, je udržet tým po celou dobu v optimální sportovní formě, udržet kondiční připravenost zdokonalovat herní projev a nemělo by se zapomínat na psychologickou přípravu, která je také jedním z nosných pilířů sportovní přípravy. Intenzita zatížení tréninku v tomto období převažuje nad objemem.
- zimní přechodné období (prosinec – leden) – jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, v tomto období jde především o regeneraci sil a odpočinek, jak aktivní, tak i pasivní. Intenzita tréninků i objem se snižují, ale je třeba stále udržovat určitou úroveň trénovanosti. Kolem vánočních svátků nastává tréninková přestávka, která končí až začátkem zimního přípravného období. V této přestávce se doporučuje odpočinout si od stereotypu a celkově od fotbalu a zařadit jiné sportovní aktivity. Určitě není vhodná úplná absence pohybové aktivity.
- zimní přípravné období (leden – březen) – začíná hned začátkem ledna a je dvakrát delší než letní příprava, proto jsou kladeny velké nároky na všechny funkční systémy. Úkolem je zlepšení kondičních schopností celého týmu, a to prostřednictvím objemu i intenzity tréninkové zátěže. V návaznosti na to, je nesmírně důležitá i správná regenerace, aby nedocházelo k přetrénování.
- jarní hlavní období (březen – červen) – na přelomu března/dubna startuje toto období prvním zápasem a končí posledním kolem soutěže, zpravidla v červnu. Cíle jsou zde stejné jako v podzimním hlavním období, ale je kladena ještě větší důležitost na psychologickou přípravu, a to z důvodu, že utkání hrané v jarní části rozhodují o pořadí v soutěži. Snahou je také ještě více zdokonalit technickou a taktickou stránku.
- letní přechodné období (červen – červenec) – toto období má podobný cíl jako zimní přechodné období. Největší pozornost je přisuzována důkladné regeneraci, odpočinku a nabrání sil do dalšího období.



### **3 CÍLE**

#### **3.1 Hlavní cíl práce**

Hlavním cílem práce je hodnocení kondiční připravenosti profesionálních fotbalistů v rámci makrocyclů.

#### **3.2 Dílčí cíle**

Sledovat dynamiku vybraných somatických parametrů v průběhu makrocyclů.

Sledovat dynamiku vybraných fyziologických parametrů v průběhu makrocyclů.

#### **3.3 Výzkumné otázky**

K jakým změnám hmotnosti docházelo ve sledovaných obdobích?

K jakým změnám u % tuku docházelo ve sledovaných obdobích?

K jakým změnám u FFM docházelo ve sledovaných obdobích?

Jaké změny byly zaznamenány u aktivity vagu ve sledovaných obdobích?

K jakým změnám u  $VO_{2max}$  docházelo ve sledovaných obdobích?

K jakým změnám u  $P_{max}$  docházelo ve sledovaných obdobích?

Jaké změny byly zaznamenány u vertikálního skoku ve sledovaných obdobích?

## **4 METODIKA**

### **4.1 Charakteristika výzkumného souboru**

Výzkumný soubor čítal 21 hráčů prvoligového týmu České republiky ve věkovém rozpětí 18-35 let, průměrný věk hráčů byl 24,7 let.

Kritéria zařazení do výzkumného souboru jsou následující:

- hráč se účastnil každého laboratorního testování v průběhu dvou makrocyclů
- hráč prošel všemi laboratorními testy v rámci každého testování
- hráč je bez jakýchkoliv zdravotních potíží, které by mohly způsobit omezenou výkonnost při laboratorním testování

Všichni participanti byli dobrovolníci a před zahájením testování poskytli svůj písemný souhlas s testováním.

### **4.2 Metodika sběru dat**

Hráči byli testováni ve 4 periodách:

- měření v lednu 2017 – hráči začínají se zimním přípravným obdobím. V této fázi za sebou mají zimní přechodné období a tréninkovou přestávku, to se může podepsat na jejich výkonnosti a projevit se i na sledovaných somatických parametrech.
- měření v červnu 2017 – v tomto období by hráči měli být v plné síle a v nejlepší tréninkové formě, měly by s tím korespondovat i sledované fyziologické a somatické parametry
- měření v prosinci 2017 – období, kdy je hráčům nastaven individuální tréninkový režim, jelikož se jedná o tréninkovou přestávku před zahájením nového období.
- měření v lednu 2018 – hráči začínají s novým přípravným obdobím, stejně tak jako v období leden 2017 musíme počítat s jistými změnami ve výkonnosti či ve sledovaných somatických parametrech.

V rámci testování v jednotlivých periodách byl dodržen vždy jednotný postup měření. Testování proběhlo v jednom dni mezi 8. – 12. hodinou ranní a bylo dodrženo následující pořadí:

1. Hodnocení elektrokardiogramu (EKG) v klidu, které bylo provedeno na zařízení Delta 60D, Cardioline, Cavareno, Itálie. Záznam EKG sloužil, především k určení odchylek od normálu, proto byl velmi důkladně zkoumán.
2. Autonomní hodnocení srdeční činnosti v klidu, které bylo provedeno v době mezi 8. – 10. hodinou ranní v laboratoři, kde byla teplota okolí 22 až 24°C
3. Základní antropometrické měření – byl zjišťován věk, váha, výška, % tělesného tuku. Váha a procento tuku bylo stanoveno za použití bioimpedanční analýzy (InBody 720), tělesná výška byla měřena antropometrem A-226.
4. Maximální zátěžový test na běhátku – pro zjištění aerobní vytrvalostní kapacity, který byl proveden na běžeckém ergometru LODE Valiant treadmill.
5. Testování dynamické síly dolních končetin prostřednictvím měření výšky vertikálního skoku (CMJ) – provádí se na silových plošinách, kde je z hodnoty silového impulsu vypočtena výška skoku.

#### *4.2.1 Měření antropometrických parametrů*

Pro měření základních somatických parametrů byl použit přístroj InBody 720, který pracuje na základě bioelektrické impedanční analýzy, je to metoda, která pracuje s faktem, že tuk má menší vodivost než voda a tím pádem má vysokou impedanci.

Přístroj pracuje s uznávanou technologií založenou na metodě 8 bodových dotykových elektrod, které analyzují lidské složení těla. Velkou výhodou přístroje je měření těla po jednotlivých segmentech, díky tomu je měření velmi přesné, jelikož se jednotlivé části těla neovlivňují. Výhod měření za pomoci bioelektrické impedanční analýzy je hned několik, můžeme jmenovat: jednoduchost, rychlost, bezpečnost. Už z těchto výhod jsou přístroje založeny na těchto základech, vyhledávaným pomocníkem v různých laboratořích, fitness centrech, kde s tímto přístrojem pracují sportovní trenéři či nutriční specialisté.

Negativa či nevýhody přístroje vidíme především v jeho nevyužitelnosti na celou populaci. Jeho aplikace na určité skupiny je omezena, patří zde: děti, starší lidé, vysoce obézní, vrcholoví sportovci.

Pro účely této práce byl však přístroj zcela dostačující. Pro přesnost výsledků je také důležité dodržovat následující doporučení (Riegerová et al., 2006):

- měření by mělo být alespoň 2 hodiny po jídle, po toaletě,
- před měřením by se neměla vykonávat intenzivní PA,
- neprovádět test bezprostředně po sprchování či saunování,
- testování by nemělo být prováděno během menstruačního cyklu ženy,
- dodržovat standardizované podmínky (teplota vzduchu, stejné oblečení při opakovaném testování aj.).

#### 4.2.2 Testy funkčních parametrů

Měření funkčních parametrů se odehrávalo na běžeckém ergometru LODE Valiant treadmill, který je určený k provádění maximálních zátěžových testů. Z důvodu specifčnosti pohybu, kde je u hráčů fotbalu dominující běh, byl upřednostněn právě běžecký ergometr, před bicyklovým.

Hodnoty, zjištěné při testování do maxima byly stěžejní pro další porovnání a specifikaci. Zajímala nás především maximální srdeční frekvence, maximální spotřeba kyslíku a dosažený výkon. Maximální zátěžové testování bylo provedeno u všech probandů na začátku zimního přípravného období, po hlavním období, během tréninkové přestávky a znovu na začátku zimního přípravného období. Měření probíhalo na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci a jak již bylo zmíněno, teplota prostředí se pohybovala mezi 22°– 24°C.

Před každým měřením byly probandům doporučeny zásady, kterými by se měli řídit:

- proband by neměl absolvovat fyzicky náročný trénink alespoň 24 hodin před testováním
- alespoň 12 hodin před testováním by proband neměl požit alkohol či cigaretu
- proband by měl být před měřením dostatečně odpočatý (kvalitní spánek)
- alespoň dvě hodiny před testem by proband neměl jíst
- při samotném testování by měl proband použít vhodnou obuv i oděv

Probandům jsme potřebovali v průběhu testu měřit SF, takže před zahájením testování byl každému z testovaných připevněn hrudní pás Polar T 31. Následně jim byla nasazena obličejová maska se zabudovaným snímačem průtoku a složení dechových plynů. Nakonec byl probandům připevněn jistící pás, který eliminuje možnost úrazů.

U testování do maxima můžeme rozlišit dvě fáze:

- fáze rozcvičení – prioritou bylo zahřát a nastartovat organismus k vlastnímu výkonu, fáze trvala 5 minut, počáteční rychlost byla 8km/h, sklon pásu byl nastaven na úroveň 5%.
- fáze vlastního testu – rychlost se zvýšila na 10km/h a postupně se zvyšovala až do rychlosti 16km/h, stejně tak se zvyšoval i sklon běžeckého pásu a to o 2% po každé minutě

Testování bylo ukončeno ve chvíli subjektivního dosažení maxima probandem.

### **4.3 Statistické zpracování dat**

Při zpracování dat byl využit program MS Excel, kde byla data roztříděna a byly zde vytvořeny jednotlivé tabulky se sledovanými ukazateli. V tomto programu byly využity základní funkce jako je průměr, medián, směrodatná odchylka, maximum, minimum. Pro podrobnější statistické zpracování byl využit program Statistica 12, kde byl použita test ANOVA, pro opakovaná měření a pro souhrnná porovnání byl použit LSD poc-host test.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Základní antropometrické ukazatele

Všichni probandi se účastnili antropometrického měření a věkové rozpětí fotbalistů bylo 18 – 35 let a průměrný věk probandů byl stanoven na 24,7 let. Průměrná výška výzkumného souboru činila  $182,9 \pm 6,2$  cm.

Tabulka 5

#### *Ukazatel věku a výšky*

	průměr	SD	Medián	Minimum	Maximum
věk (roky)	24,7	4,99	24,0	18,0	35,0
výška (cm)	182,9	6,18	183,4	170,6	195,8

*Vysvětlivky:* SD – směrodatná odchylka

Ukazatele, jimiž jsme se zabývali pro účely této práce, byla hmotnost, tukoprostá hmota (FFM), tělesný tuk. V následující tabulce (Tabulka 6) můžeme vidět statisticky významné hodnoty jednotlivých parametrů. Podrobněji, budou jednotlivé somatické parametry popsány v podkapitolách 5.1.1., 5.1.2., 5.1.3.

Tabulka 6

#### *Statisticky významné rozdíly sledovaných somatických parametrů*

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	2 VS 3	2 VS 4	3 VS 4
Hmotnost	0,009	NS	0,001	NS	NS	0,015
FFM	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% Tuku	NS	NS	0,010	NS	NS	0,010

*Vysvětlivky:* 1 – leden 2017, 2 – červen 2017, 3 – prosinec 2017, 4 – leden 2018, NS – není signifikantně významné,  $p$  – hladina statistické významnosti ( $p \leq 0,05$ )

#### 5.1.1 Hmotnost

Statisticky významné hodnoty byly zjištěny v období leden 2017 versus červen 2017, v období leden 2017 versus leden 2018 a v období prosinec 2017 versus leden 2018. Naměřené hodnoty v červnu 2017 byla signifikantně vyšší než v lednu 2017.

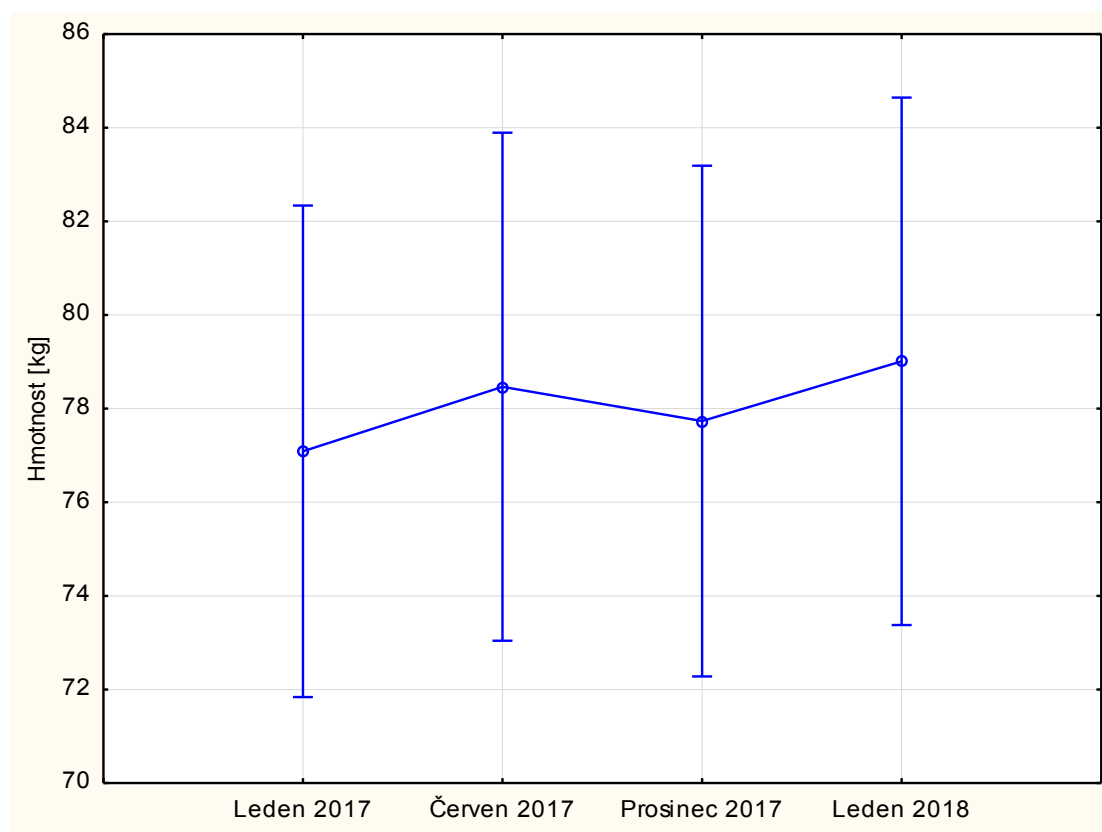
Hodnoty naměřené v lednu 2018 byly signifikantně vyšší než v lednu 2017 a hodnoty naměřené v prosinci 2017 byly signifikantně nižší než v lednu 2018. Průměrné naměřené hodnoty celého týmu v jednotlivých sledovaných obdobích můžeme vidět v Tabulce 7 a na Obrázku 2.

Tabulka 7

*Vývoj hmotnosti hráčů ve sledovaných obdobích*

	M	SD
Leden 2017	77,01	5,25
Červen 2017	78,47	5,42
Prosinec 2017	77,73	5,45
Leden 2018	79,01	5,63

*Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka*



*Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr ± SD*

Obrázek 3. Rozdíly hmotnosti hráčů v jednotlivých obdobích.

### 5.1.2 FFM

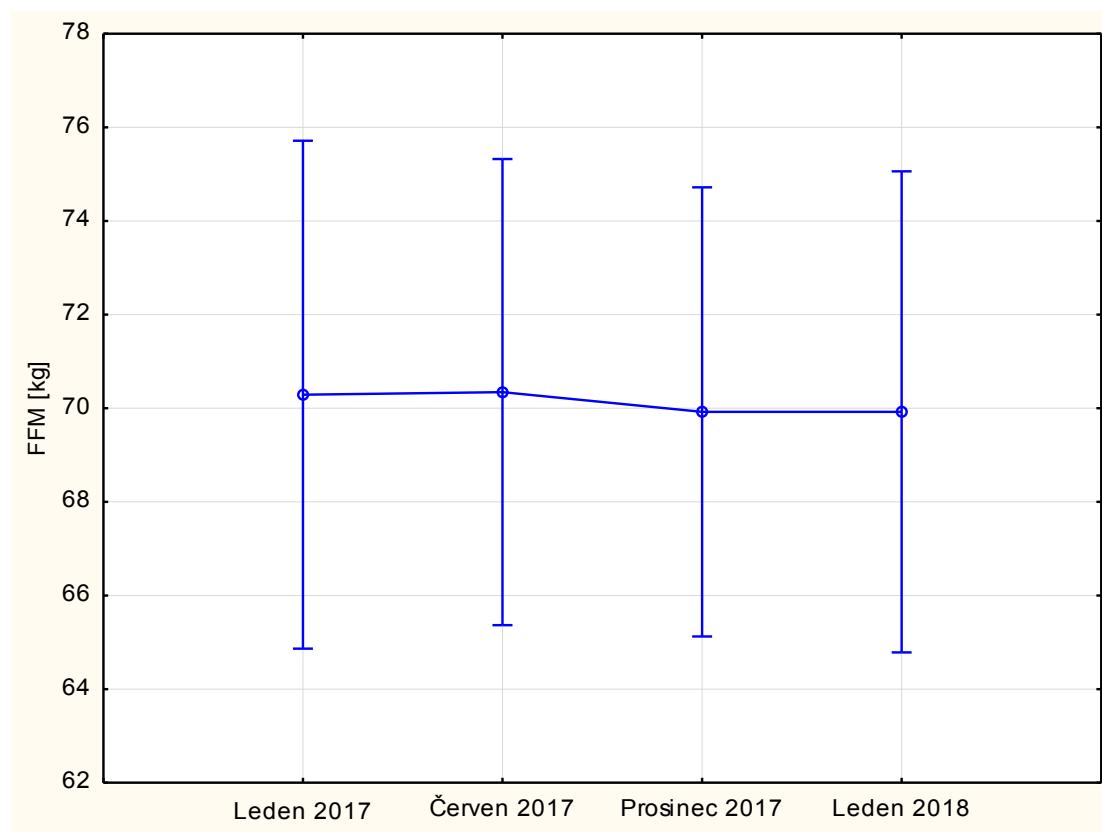
Při sledování výkyvů tukuprosté hmoty (FFM) nebyly zjištěny signifikantně významné výsledky v rámci jednotlivých období, což můžeme vidět i na Obrázku 4 a Tabulce 8.

Tabulka 8

*Vývoj FFM hráčů ve sledovaných obdobích*

	M	SD
Leden 2017	70,29	5,42
Červen 2017	70,34	4,98
Prosinec 2017	69,92	4,80
Leden 2018	69,92	5,14

*Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka*



*Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr ± SD*

**Obrázek 4.** Rozdíly FFM hráčů v jednotlivých obdobích.



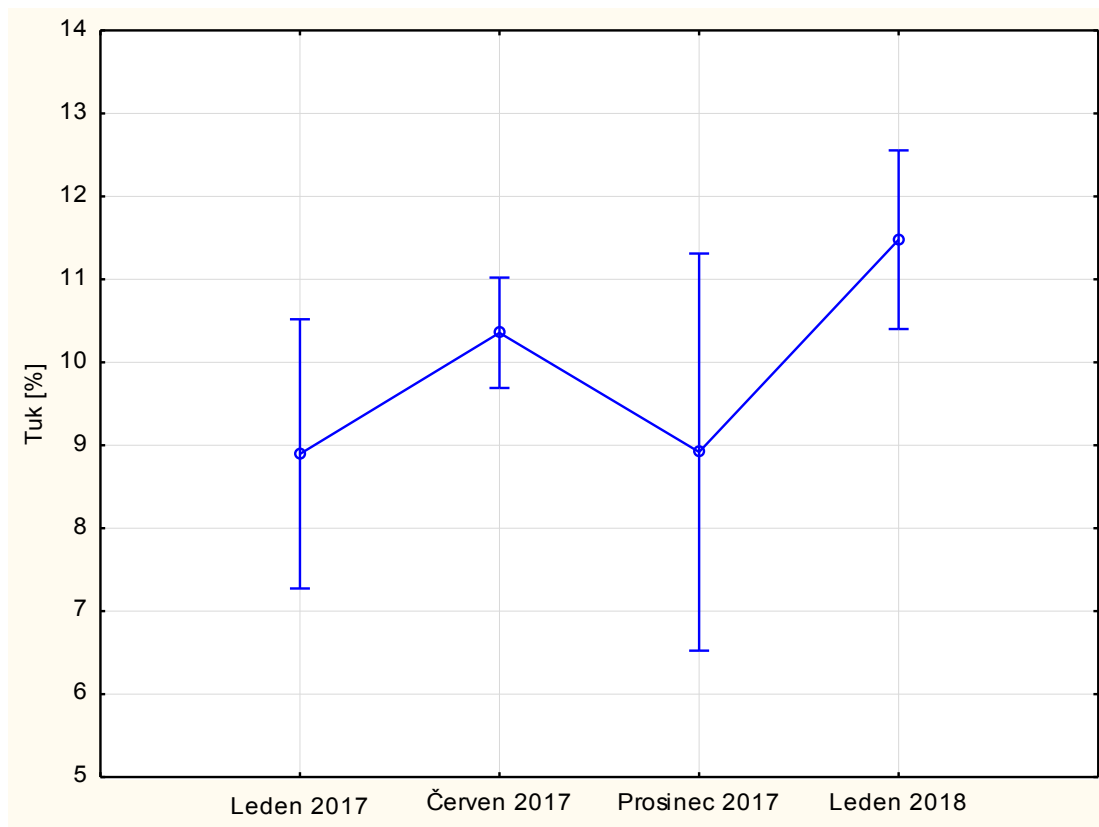
### 5.1.3 Tělesný tuk

Statisticky významné hodnoty byly zjištěny v období leden 2018 versus prosinec 2017 a v období leden 2017 versus leden 2018. Kdy hodnoty naměřené v lednu 2018 byly signifikantně vyšší než hodnoty naměřené v ostatních obdobích. Hodnoty naměřené v prosinci 2017 byly signifikantně nižší než v lednu 2018. Jednotlivé výkyvy můžeme vidět v Obrázku 3 a k tomu korespondující hodnoty v Tabulce 9.

Tabulka 9

<i>Vývoj % tuku hráčů ve sledovaných obdobích</i>		
	M	SD
Leden 2017	8,90	1,62
Červen 2017	10,36	0,67
Prosinec 2017	8,92	2,39
Leden 2018	11,48	1,08

*Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka*



*Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr ± SD*

**Obrázek 5.** Rozdíly % tuku hráčů v jednotlivých obdobích.

## 5.2 Změny funkčních parametrů v rámci různých fází periodizace

Funkční parametry, které nás zajímaly byly: aktivita parasympatiku, maximální spotřeba kyslíku, maximální výkon a vertikální skok. Jak můžeme vidět v následující tabulce (Tabulka 10). U některých parametrů jsme nezaznamenali signifikantně významné zjištění. Jednotlivým parametrům se budeme dále podrobněji věnovat v kapitole 5.2.1, 5.2.2., 5.2.3., 5.2.4..

Tabulka 10

*Statisticky významné rozdíly sledovaných funkčních parametrů*

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	2 VS 3	2 VS 4	3 VS 4
VA	NS	NS	NS	NS	NS	NS
VO <sub>2max</sub>	NS	NS	NS	NS	NS	NS
P <sub>max</sub>	0,005	NS	NS	0,049	0,040	NS
CMJ	0,003	0,013	0,018	NS	NS	NS

*Vysvětlivky: 1 – leden 2017, 2 – červen 2017, 3 – prosinec 2017, 4 – leden 2018, NS – není signifikantně významné, p – hladina statistické významnosti ( $p \leq 0,05$ )*

### 5.2.1 Aktivita parasympatiku

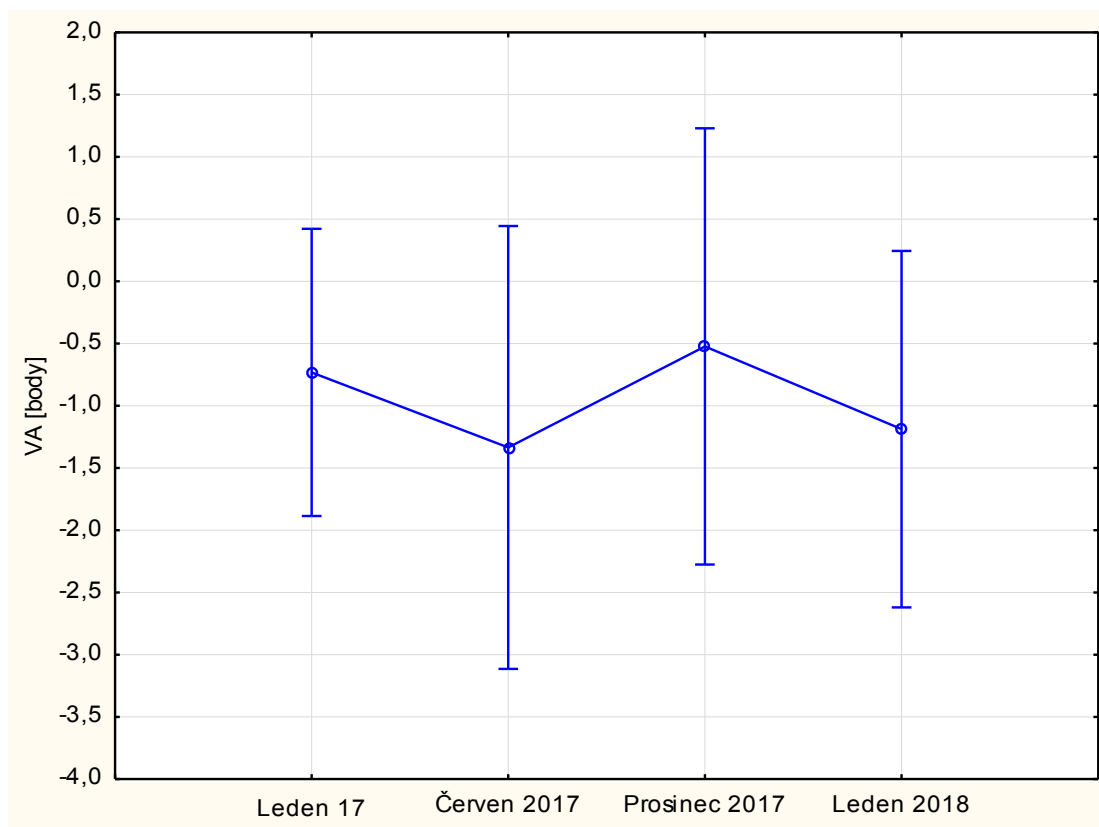
Při sledování aktivity vagu (parasympatiku) nebyly zjištěny signifikantně významné výsledky v rámci jednotlivých období, jak je patrné z Obrázku 6 a Tabulky 11.

Tabulka 11

*Vývoj hodnot vagové aktivity ve sledovaných obdobích*

	M	SD
Leden 2017	-0,73	1,15
Červen 2017	-1,34	1,78
Prosinec 2017	-0,52	1,75
Leden 2018	-1,19	1,43

*Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka*



Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr  $\pm$  SD

Obrázek 6. Rozdíly v aktivitě vagu v jednotlivých obdobích.

### 5.2.2 Maximální spotřeba kyslíku ( $VO_{2max}$ )

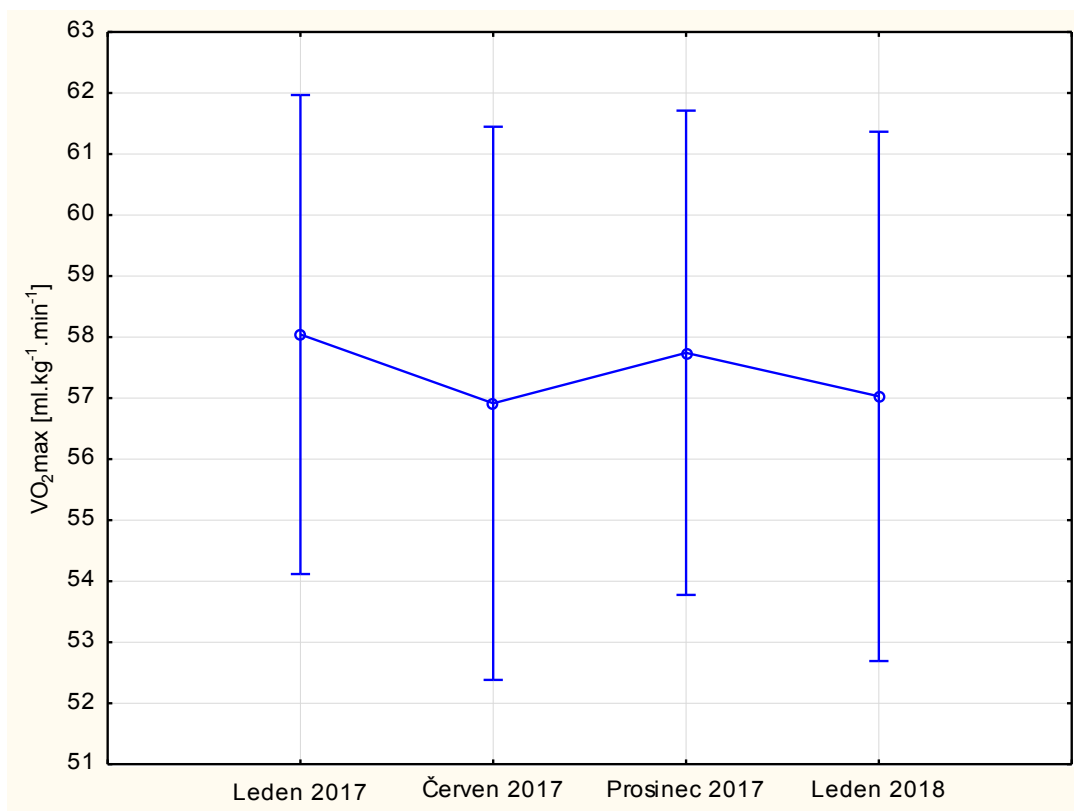
Při sledování parametru  $VO_{2max}$  nebyly zjištěny signifikantně významné výsledky v rámci jednotlivých období, to můžeme vidět i na Obrázku 7 a Tabulce 12.

Tabulka 12

#### *Vývoj hodnot $VO_{2max}$ ve sledovaných obdobích*

	M	SD
Leden 2017	58,04	3,93
Červen 2017	56,91	4,53
Prosinec 2017	57,74	3,97
Leden 2018	57,03	4,34

Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka



Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr ± SD

Obrázek 7. Rozdíly v hodnotách VO<sub>2</sub>max v jednotlivých obdobích.

### 5.2.3 Maximální výkon

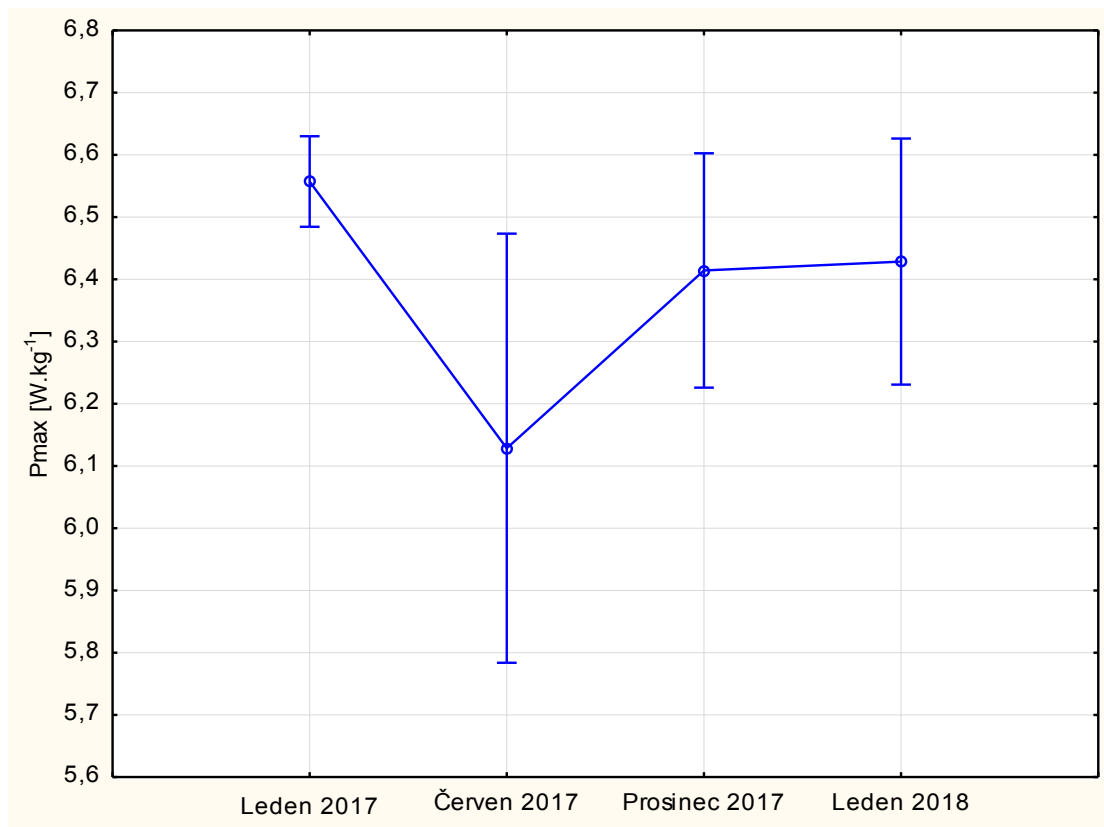
Hodnoty statisticky významné byly zjištěny v období leden 2017 versus červen 2017, červen 2017 versus prosinec 2017, červen 2017 versus leden 2018. Hodnoty naměřené v červnu byly signifikantně nižší než ve všech ostatních obdobích. Naměřené hodnoty v jednotlivých obdobích nám zaznamenává Tabulka 13 a Obrázek 8.

Tabulka 13

#### Vývoj hodnot $P_{max}$ ve sledovaných obdobích

	M	SD
Leden 2017	6,56	0,07
Červen 2017	6,13	0,34
Prosinec 2017	6,41	0,19
Leden 2018	6,43	0,20

Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka



Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr  $\pm$  SD

Obrázek 8. Rozdíly v hodnotách  $P_{max}$  v jednotlivých obdobích.

#### 5.2.4 Vertikální skok

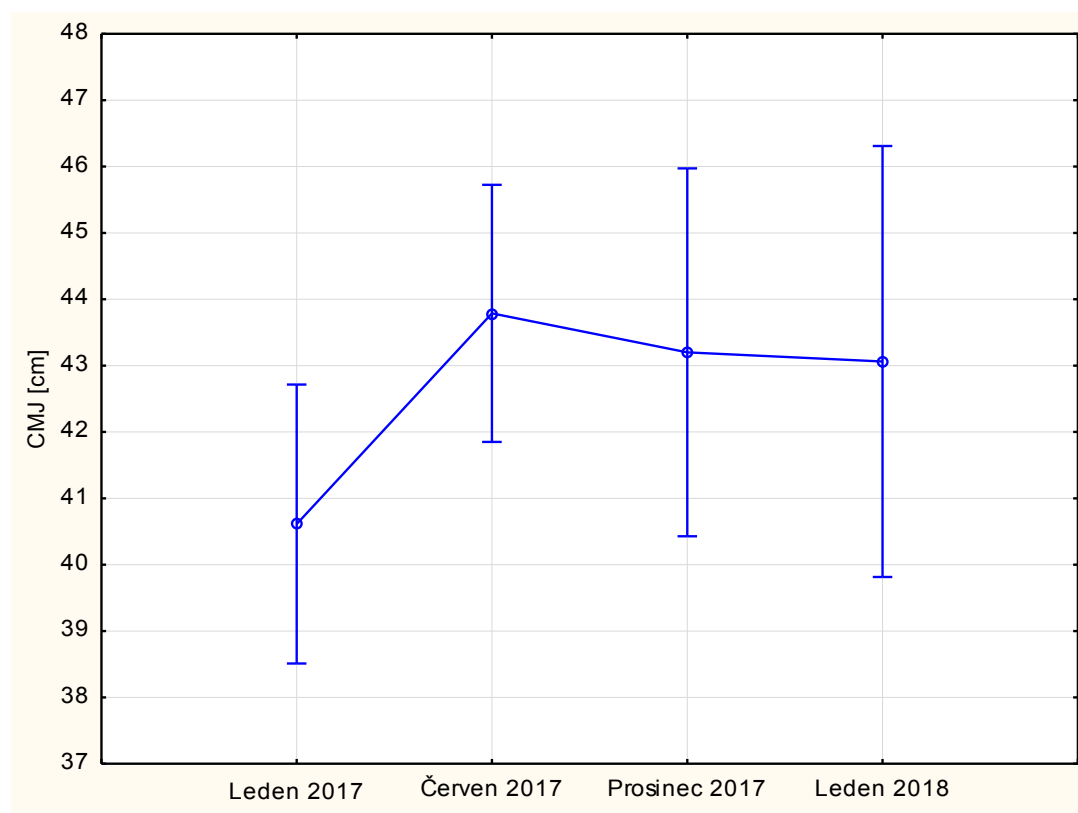
V období leden 2017 versus červen 2017, leden 2017 versus prosinec 2017, leden 2017 versus leden 2018 byly naměřeny hodnoty CMJ statisticky významné. Hodnoty naměřené v lednu 2017 byly signifikantně nižší než hodnoty naměřené v ostatních obdobích. V období leden 2017 versus červen 2017 jsme zaznamenali nejvýraznější vzestup výkonu. V následujících obdobích (prosinec 2017, leden 2018) nebyly patrné výraznější výkyvy. Podrobnější údaje týkající se vertikálního skoku najdeme v Tabulce 14 a na Obrázku 9.

Tabulka 14

*Vývoj hodnot CMJ ve sledovaných obdobích*

	M	SD
Leden 2017	40,61	2,10
Červen 2017	43,79	1,94
Prosinec 2017	43,20	2,77
Leden 2018	43,06	3,25

*Vysvětlivky: M – Průměr, SD – směrodatná odchylka*



*Vysvětlivky: Data jsou prezentována jako průměr ± SD*

**Obrázek 9.** Vertikální skok v jednotlivých obdobích.

## 6 DISKUZE

### 6.1 Hodnocení změn somatických parametrů

Nejdříve budeme věnovat pozornost výškovým parametrům. Při porovnání průměrné výšky prvoligového fotbalového týmu v České republice s německým týmem, hrající Bundesligu jsme nezaznamenali výraznější rozdíly (Hoppe et al., 2017). Hráči hrající v německé Bundeslize dosahovali průměrné výšky  $182 \pm 6$  cm, v porovnání s českými hráči zařazenými do této práce, jejichž průměrná výška byla  $182,9 \pm 6,2$  cm.

Průměrná hmotnost hráčů zařazených do této práce za všechny sledované období je 78,06 kg. Pro porovnání, průměrná hmotnost hráčů hrajících v německé Bundeslize je  $80,2 \pm 6,2$  kg. Při parametru hmotnosti u hráčů zařazených do této práce jsme zaznamenali evidentní nárůst v určitých obdobích. Nárůst hmotnosti v období prosinec 2017 - leden 2018, přičítáme především zimní přestávce, která hraje pravděpodobně zásadní roli ve výsledcích somatických parametrů. V tomto období, mívají hráči stanoveny individuální tréninky, nicméně je samozřejmě možné, že může docházet i k úplnému detréningu. Tento fakt vyvrací studie publikovaná autorem Joo (2018), která zkoumá vliv tréninku a detréningu na fyzickou kondici fotbalistů. Studie se účastnilo dvacet poloprofesionálních hráčů fotbalu, u kterých byly zkoumány jednotlivé kondiční parametry. Ve studii se zaměřili i na pozorování změn v tělesné konstituci hráčů fotbalu a u hmotnosti nebyly zaznamenány signifikantně významné výsledky mezi obdobími v tréninku a obdobími po dvou týdnech detréningu. Další nárůst hmotnosti byl zaznamenán v období leden 2017 – červen 2017, hráči procházejí zimním přípravným obdobím a nárůst hmotnosti zde můžeme přičítat nárůstu svalové hmoty, který díky pravidelným a zvyšujícím se dávkám tréninku bude jistě patrný.

Tukuprostá hmota se průměrně pohybovala ve stejných hodnotách, nicméně tuk v porovnání dvou makrocyclů vzrostl. Naměřené hodnoty v lednu 2017 byly signifikantně nižší než v roce 2018 a rozdíl zde byl opravdu markantní. Stejně tak jako při změně hmotnosti, můžeme i zde tento nárůst připisovat jednak změnám v objemu tréninkového zatížení, ale mimo to také jistým změnám ve stravovacích návycích. U hráčů zařazených do studie Joo (2018) nebyly zaznamenány signifikantně významné výsledky u % tuku v porovnání tréninku a detréningu. V této diplomové práci byly zaznamenány signifikantně významné zjištění již při krátkodobé změně tréninkového



procesu či případného detréningu (týká se období prosinec 2017 až leden 2018). Takže je patrný nesoulad s výsledky uvedenými ve studii Joo (2018). Hodnoty %tuku jsou závislé i na věku, to potvrzuje Botek et al. (2016), kde zaznamenali jistý nárůst % tuku u jednotlivých věkových skupin. U nejmladší věkové skupiny (17 – 19,9 let) byly naměřeny hodnoty v % tuku  $8,7 \pm 2,9\%$ , u věkové skupiny 20 – 24,9 let byly hodnoty už o něco vyšší:  $10,2 \pm 2,6\%$ . Stejný nárůst lze sledovat i u věkové skupiny 25 – 29,9 let kde byly naměřené hodnoty:  $11,4 \pm 2,2 \%$ . Tuto, s věkem stoupající tendenci, nám potvrzuje i poslední nejstarší věková skupina (30-39 let), kde byly hodnoty:  $12,5 \pm 2,1\%$ . Průměrná hodnota % tuku hráčů zařazených do této diplomové práce za sledované období činí 9,92% tuku, v porovnání s Hoppe et al. (2017) jsou tyto hodnoty nižší, tam bylo naměřeno  $10,5 \pm 2,2\%$  tuku u hráčů hrající v německé Bundeslize.

## 6.2 Hodnocení změn funkčních parametrů

U parametrů aktivita parasympatiku a maximální spotřeba kyslíku nebyly zaznamenány výrazné změny v rámci jednotlivých měření. Signifikantně výraznější změny jsme pozorovali pouze u ukazatele maximální výkon a vertikální skok.

U vagové aktivity jsme zaznamenali pouze jistý pokles v teplejším období (červen 2017), což může být zapříčiněno například vysokým pracovním vypětím.

U parametru  $VO_{2max}$ , jako jeden ze základních ukazatelů výkonnosti, je překvapivé, že ani v porovnání dvou makrocyklů (leden 2017 vs leden 2018) nebyla zaznamenána výrazná změna k lepšímu, dokonce zde byl zjevný nepatrný pokles průměrných hodnot celého týmu. Tady je určitě na zvážení trenérů, zda jsou tréninky nastaveny správným směrem, jelikož tento ukazatel by se měl zvyšovat. Jak jsme již uvedli v kapitole 2.4.1. hodnoty  $VO_{2max}$  jsou závislé i od věku. S věkem tato hodnota klesá, což potvrzuje Botek et al. (2016), proto je potřeba brát v potaz věkové složení týmu a k tomu odpovídajícím způsobem přistupovat. Při ukazateli  $VO_{2max}$  je třeba zohledňovat i zastoupení jednotlivých postů v týmu, protože jak poukazuje Stølen et al. (2005) jsou patrné i rozdíly v hodnotách  $VO_{2max}$  dle jednotlivých postů. Průměrná naměřená hodnota  $VO_{2max}$  celého týmu ve sledovaných obdobích byla 57,43 ml/kg/min. Tato hodnota je o něco nižší, než hodnoty zjištěné Botkem et al. (2016), kde se průměrné hodnoty všech hráčů kromě brankářů pohybovaly kolem  $59,2 \pm 4,1$  ml/kg/min, což jsou

vyšší hodnoty než našeho výzkumného souboru, ale je třeba brát v potaz brankáře, kteří nebyli zahrnuti do tohoto průměru

U parametru maximální výkon byl zaznamenán markantní propad v měsíci červen 2017 oproti ostatním obdobím, nelze jednoznačně říci, čím takový propad mohl být způsoben, mohlo jít třeba o celkovou únavu většího počtu hráčů nebo nedodržení doporučení týkajících se jednotlivých měření (špatná životospráva, přetěžování hráčů, nedostatečný odpočinek). Botek et al. (2016) uvádí, že u parametru  $P_{max}$  nejsou patrné rozdíly hodnot ve věkových skupinách a výsledky maximálního výkonu jsou u jednotlivých skupin srovnatelné.

Na vývoj hodnot vertikálního skoku poukazuje studie publikovaná v letech 2018 Haugenem, která se zaměřovala na hráče norské olympijské federace. Tato studie zkoumala změny vertikálního skoku během fotbalové sezóny. Z tohoto důvodu jsme si zvolili přímo tuto studii pro komparaci s našimi výsledky. Změny hodnot CMJ jsou patrné jak u hráčů prvoligového fotbalového týmu v ČR, tak u hráčů norské olympijské federace. Naměřené hodnoty na začátku přípravného období byly nižší než v sezonním období. Pokud porovnáme konkrétní průměrné hodnoty CMJ u celého týmu, hráči prvoligového týmu v ČR dosahují lepších výsledků než hráči norské olympijské federace, ti dosahovali na začátku přípravného období hodnot  $37,4 \pm 4\text{cm}$ . V sezoně je patrný nárůst výkonnosti na  $38,1 \pm 4\text{cm}$  a po sezoně až na  $38,6 \pm 3,9\text{cm}$  (Haugen, 2018). Tento vzestup výkonnosti u vertikálního skoku přičítáme především specifičnosti tréninkových jednotek, které by v průběhu přípravného a hlavního období měly být zaměřeny mimo jiné i na rozvoj explozivní síly dolních končetin. Haugen et al. (2013) poukazuje také na rozdíly hodnot CMJ napříč výkonnostními třídami a věkovými kategoriemi. Proto při interpretaci výsledků je třeba zohlednit i věkovou strukturu celého týmu.

### 6.3 Limity práce

Limity práce spatřuji především v absenci tréninkového deníku, který by nám určitě více pomohl s interpretací jednotlivých výsledků a se stanovením přesných závěrů. Jelikož jsme neměli záznamy o objemu a intenzitě tréninkového zatížení, nemohli jsme tedy jednoznačně určit, co vše stálo za zhoršením či zlepšením výsledků.

Do výzkumného souboru mohli být zařazeni i hráči, kteří byli dlouhodobě v detréningu a tedy celkově snižovali skóre celého týmu v jednotlivých testováních.

Limitu práce vidíme také v možném nerespektování doporučení (přetěžování hráčů, kumulace únavy, nesprávná životospráva), před jednotlivými vyšetřeními. To mohlo ovlivnit výsledky a reliabilitu. Stejně tak mohly působit vnější či jiné vnitřní faktory na hráče, těmto faktorům nelze zcela zabránit, i když snahou každého vyšetření je zabezpečit standardizované podmínky, ne vždy se to zcela povede.

## 7 ZÁVĚRY

V diplomové práci se podařilo splnit stanovený hlavní cíl i dílčí cíle. Analyzovali jsme výsledky v jednotlivých obdobích za celý tým. Samozřejmě byly zjevné individuální rozdíly jak v somatických parametrech, tak ve fyziologických parametrech, což mělo dopad na průměrné výsledky celého týmu. Vyhodnocení jednotlivých výkonnostních parametrů bylo provedeno na základě průměrných hodnot všech hráčů. Nebyl brán ohled na intraindividuální rozdíly, jednotlivci v této práci nejsou samostatně hodnoceni.

U somatických parametrů jsme tedy zaznamenali změny v hodnotách % tuku a hmotnosti. Tyto změny jsme přičetli primárně změnám v intenzitě a objemu tréninkových jednotek, ale také změně stravovacích návyků.

U fyziologických parametrů byly zaznamenány zajímavé výsledky. Dalo by se očekávat, že hodnota  $VO_{2max}$  v období leden 2017 – leden 2018 poroste a to díky specifičnosti tréninkového procesu, tak tomu však nebylo. Proto by trenéři měli brát v potaz výsledky z těchto šetření a snažit se tréninkový proces více specifikovat tak aby došlo ke zlepšení aerobní kapacity. U vagové aktivity jsme nezjistili žádná zajímavá zjištění, ale u  $P_{max}$  jsme zaznamenali pokles hodnot v měsíci červnu, toto zjištění můžeme připisovat nedodržení doporučení, která se pojí se zátěžovým testováním nebo kumulací únavy. Poslední parametr, který vykazoval změny, byly hodnoty CMJ kde došlo ke zlepšení v porovnání leden 2017 – leden 2018. Tento nárůst ve výkonnosti přičítáme specifičnosti tréninkového procesu, který se zaměřuje i na rozvoj explozivní síly dolních končetin.

Vše výše uvedené nám potvrzuje důležitost diagnostiky v tréninkovém procese. Bez těchto ukazatelů bychom nevěděli, zda je tréninkový proces nastavený správným směrem, zda dochází k žádoucím adaptacím a individuálním zlepšením. Určitě je primárně důležité hodnotit individuální rozdíly v jednotlivých testech a až poté přihlížet ke kolektivním výsledkům.

Do budoucna doporučuji propojit diagnostickou část s analýzou tréninkového deníku, který by nám poskytl podrobnější data a jistě by nám objasnil i nesrovnalosti, které se vyskytly v této práci. Zároveň je třeba apelovat na to, aby byly dodržovány jistá doporučení před každým měřením, což by mělo být v kompetencích trenérů a

samozřejmě i samotných hráčů. Zajímavá by určitě byla i komparace výsledků jednotlivých parametrů dle herních postů ve fotbale.

## 8 SOUHRN

Hlavním cílem předkládané práce bylo zhodnotit kondiční připravenost profesionálních hráčů fotbalu prvoligového týmu v České republice v jednotlivých sledovaných obdobích. Snahou bylo sledovat dynamiku vybraných somatických (hmotnost, % tuku, FFM) a fyziologických parametrů (VA,  $VO_{2max}$ ,  $P_{max}$ , CMJ) ve sledovaných obdobích. Do výzkumného souboru bylo dle stanovených kritérií zahrnuto 12 hráčů s průměrným věkem  $24,7 \pm 5$  let a průměrnou výškou  $182,9 \pm 6,2$  cm.

U somatických parametrů byly zjištěny signifikantně významné rozdíly u parametru hmotnosti a % tuku. Při hodnocení vývoje hmotnosti ve sledovaných obdobích byly zaznamenány signifikantně vyšší rozdíly v lednu 2018 v porovnání s lednem 2017. Nárůst hmotnosti v průběhu makrocyklu jsme přičítali především změně stravovacích návyků nebo změně v intenzitě a objemu tréninkových jednotek. Signifikantně vyšší hodnoty byly zaznamenány u parametru % tuku v lednu 2018 oproti lednu 2017. Důvody tohoto zvýšení byly obdobné jako u parametru hmotnosti.

U fyziologických parametrů byly zaznamenány signifikantně významné výsledky u parametru maximální výkon a vertikální skok. Ve sledovaném období byl zaznamenán propastný pokles  $P_{max}$  v červnu 2017, nebyli jsme schopni objasnit z jakého důvodu k tomuto propadu mohlo dojít. Mohlo tomu být např. z důvodu kumulace únavy při konkrétním měření.

U parametru vertikální skok, byl zaznamenán postupný nárůst výkonnosti mezi obdobími leden 2017 a leden 2018.

Veškeré naměřené hodnoty byly porovnány s aktuálními studii, které byly napsány na toto téma a zjištěné výsledky, nám tak daly odpovědi na výzkumné otázky.

## 9 SUMMARY

The main aim of the diploma thesis was to evaluate the conditional preparedness of the professional football players of the first league team in the Czech Republic in the individual monitored seasons. The aim was to monitor the dynamics of selected somatic (weight, fat, FFM) and physiological parameters (VA, VO<sub>2</sub>max, P<sub>max</sub>, CMJ) in the monitored periods. The study included 12 players with an average age of  $24.7 \pm 5$  years and an average height of  $182.9 \pm 6.2$  cm.

Somatic parameters were found to show significant differences in the weight and % fat parameter. During the assessment of weight development in the monitored seasons, significant differences were recorded in January 2018 compared to January 2017. The weight gain during the macrocycle was attributed mainly to a change in dietary habits or a change in the intensity and volume of the training units. Significantly higher values were recorded for the % fat parameter in January 2018 as compared to January 2017. The reasons for this increase were similar to the weight parameter.

For physiological parameters, significant results were noted for the maximum performance parameter and the vertical jump. In the period under review, the fall in P<sub>max</sub> was recorded in June 2017, we were unable to explain why this fall could occur. It could have been due, for example, to cumulation of fatigue with a particular measurement.

For the vertical jump parameter, there was a gradual increase in performance between January 2017 and January 2018.

All the measured values were compared with the current studies that were written on the subject, and the results obtained gave us answers to the research questions.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Acharya, U. R., Joseph, K. P., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44, 1031-1051.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal Of Sports Sciences*, 24(7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529
- Bangsbo, J., Iaia, F., & Krstrup, P. (2008) The yo- yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports of Medicine*, 2008, roč. 38, č. 2, s. 37 – 51.
- Bangsbo, J., Mohr, M. (2011) *Fitness Testing in Football*. Stormtryk.
- Bassett, D., & Howley, E. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. / Facteurs limitants de la consommation maximale d'oxygene et determinants de la performance d'endurance. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 32(1), 70-84.
- Bedřich, L. *Fotbal – rituální hra moderní doby*. (2006). Brno: Masarykova univerzita,2006, ISBN 80-210-3927-2
- Bernaciková, M., Kapounková, K., & Novotný, J. (2010). Fyziologie sportovních disciplín. Retrived 20. 5. 2018 from the World Wide Web: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/hry-fotbal.htm>
- Botek, M., Krejčí, J., & Weisser, R. (2014). Autonomic cardiac regulation and morpho-physiological responses to eight week training preparation in junior soccer players. *Acta Gymnica*, 44, 155–163.
- Botek, M., Krejčí, J., & MckunE, A., J. (2017). *Variabilita srdeční frekvence v tréninkovém procesu: historie, současnost a perspektiva*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5202-9.



- Botek, M., Krejčí, J., McKune, A. J., & Klimešová, I. (2016). Somatic, Endurance Performance and Heart Rate Variability Profiles of Professional Soccer Players Grouped According to Age. *Journal Of Human Kinetics*, 54(1), 65-74.
- Brychta, T., Stejskal, P., Řehová, I. (1996). *Dynamika změn jednotlivých komponent variability srdeční frekvence během posturálních změn a v průběhu tělesné zátěže*. In B. Antala (Ed.), Zborník z 3. vedeckej konferencie študentov PGŠ (pp. 50-59). Bratislava: Univerzita Komenského, Fakulta telesnem výchovy a športu.
- Boudreau, P., Yeh, W. H., Dumont, G. A., & Boivin, D. B. (2013). Circadian variation of heart rate variability across sleep stages. *Sleep*, 36(12), 1919-1928.
- Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P., et al. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*. 1982.
- Crawford, M. H., & DiMarco, J. P. (2001). *Cardiology*. London: Mosby.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Hamar, D., & Lipková, J. (2001). *Fyziológia tělesných cvičení*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Haugen, T. A. (2018). Soccer seasonal variations in sprint mechanical properties and vertical jump performance. *Kinesiology*, 50102-108.
- Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic Performance Testing of Professional Soccer Players 1995-2010. *International Journal Of Sports Physiology & Performance*, 8(2), 148-156.
- Hnízdil, J., & Havel, Z. (2012). *Rozvoj a diagnostika vytrvalostních schopností*. (Vyd. 1., 213 s.) Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L., Kemi, O., Helgerud, J. Soccer specific aerobic endurance training: *British Journal of Sports Medicine*, 2002, vol. 36, p. 218-22

- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Slomka, M., Polglaze, T., & Freiwald, J. (2017). Variability of Metabolic Power Data in Elite Soccer Players During Pre-Season Matches. *Journal Of Human Kinetics*, 58(1), 233-245.
- Huttin, O., Selton-Suty, C., Venner, C., Vilain, J., Rochecongar, P., & Aliot, E. (2018). Clinical Research: Electrocardiographic patterns and long-term training-induced time changes in 2484 elite football players. *Archives Of Cardiovascular Diseases*, 111(SI: Focus on Rhythmology), 380-388. doi:10.1016/j.acvd.2017.10.005
- Jančík, J., Závodná, E., & Novotná, M. (2006). *Kapitola 5: Transportní systém pro kyslík*. Retrived 18. 4. 2018 from the World Wide Web: <http://is.muni.cz/elportal/estud/fsps/js07/fyzio/texty/ch05.html>.
- Javorka, K., et al. (2008). *Variabilita frekvencie srdca. Mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Ostveta.
- Joo, C. H. (2018). The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *Plos ONE*, 13(5), 1-15. doi:10.1371/journal.pone.0196212
- Kirkendall, D. T. (2013). *Fotbalový trénink: rozvoj síly, rychlosti a obratnosti na anatomických základech*. Praha: Grada, 2013. Sport extra. ISBN 978-80-247-4491-9.
- Kolář, J., et al. (2003). *Kardiologie pro sestry intenzivní péče a studenty medicíny*. 3. vyd. Praha: Akcenta.
- Lehnert, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. (1. vyd., 143 s.) Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Máček, M. & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Merkunová, A., & Orel, M. (2008) *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-1521-6.

- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. (1. vyd., 175 s.) Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal Of Sports Sciences*, 21(7), 519.
- Mourek, J. (2012). *Fyziologie: Učebnice pro studenty zdravotnických oborů - 2., doplněné vydání*, Praha: Grada, ISBN 978-80-247-3918-2
- Noakes, T. (2004). *The Lore of Running*. Oxford: Oxford University Press, 2004. ISBN 0-87322-959-2.
- Novák, J., Votík, J., Štork, M., & Zeman, V. (2016). Diagnostika kardiopulmonální kapacity jako významného biomarkeru zdravotního stavu. / Cardio-respiratory capacity as an important biomarker of health. *Physical Culture / Telesna Kultura*, 39(2), 82-93.
- Novotný, J., Bernaciková, M., & Kapounková, K. (2010). Fyziologie sportovních disciplín-fotbal. Retrieved 15. 5. 2018 from the World Wide Web: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/hry-fotbal.html>
- Opavský, J. (2004). Metody vyšetřování autonomního nervového systému a spektrální analýza variability srdeční frekvence v klinické praxi. In Salinger, J. (Eds.), *Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi* (pp. 81-85). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.
- Perič, T. & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.
- Prajapat, A., Ahmad, I., Khan, Z., Ali, K., & Hussain, M. E. (2018). Cardiac Autonomic Profile of Soccer, Field Hockey and Basketball Players: A Comparative Study. *Asian Journal Of Sports Medicine*, 9(2), 1-8.

- Psotta, R., et al. (2006). *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada.
- Reilly, T., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (1990) *Physiology of Sports*. London: E & FN Spon.
- Reimer, P. et al. (2018). Vztah variability srdeční frekvence a perioperační systémové zánětlivé odpovědi. *Anaesthesiology & Intensive Medicine / Anesteziologie A Intenzivní Medicina*, 29(1), 3-13.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie, pro bakalářské studia v medicíně, přírodovědeckých a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Rokyta, R., et al. (2008). *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Rokyta, R. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2.
- Salinger, J., Stejskal, P., Opavský, J., Gwozdziwicz, M., Gwozdziwiczová, S., Novotný, J., Elfmark, M., & Bula, J. (2004). Systém type VarCor PF for non-invasive diagnostics of the heart rate variability and of the respiratory rate. In Salinger (Ed.), IV. *Odborný seminář s mezinárodní účastí Variabilita srdeční frekvence a její hodnocení v biomedicínských oborech – od teorie ke klinické praxi – Sborník článků a abstrakt* (p. 146). Olomouc: Univerzita Palackého.
- Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*, 2005; 35: 501-536
- Teplan, J., Malý, T., Hráský, P., Zahálka, F. et al. (2012). Funkční charakteristiky hráčů fotbalu. *Studia Sportiva*, 6(1), 69-82.
- Trojan, S. (2003). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.

Votík, J. *Trenér fotbalu „B“ UEFA licence*. Praha: Olympia, 2005, ISBN 80-7033-921-7

Zahradník, D., & Korvas, P. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Brno: Masarykova univerzita.