

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**  
**AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**Bc. JANA VAŇKOVÁ, DiS**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav technologie potravin**

---



## **Hodnocení tělesné konstituce volejbalistů**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*

Ing. Gabriela Zorníková, Ph.D.

*Vypracovala:*

Bc. Jana Vaňková, DiS

---

Brno 2016

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

*Děkuji Ing. Gabriele Zorníkové Ph.D., vedoucí mé diplomové práce, za cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytla.*

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce na téma Hodnocení tělesné konstituce volejbalistů, se v teoretické části ve formě literární rešerše zabývá popisem základních složek lidského těla (svalová, kostní, tuková tkáň a voda), dále zhodnocením fyziologie tělesné zátěže u vybraného sportu (charakteristika daného sportu, metabolická, funkční charakteristika adaptace organismu, svalové zatížení, regenerace) a stručnou charakteristikou stravovacích nároků sportovců.

Praktická část je zaměřena na měření tělesných parametrů vybrané skupiny volejbalistů pomocí bioelektrické impedance na přístroji Bodystat QuadScan 4000 a sledování změn v obsahu tuků, svalů během volejbalové sezóny. Získané výsledky byly následně zpracovány v programu Statistica Cz, verze 12 a Microsoft Excel 2010 a vyhodnoceny pomocí tabulek a grafů.

## **ABSTRACT**

Thesis on Rating physique volleyball, the theoretical part in the form of a literature review describes the basic components of the human body (muscles, bones, fat and water), further appreciation of the physiology of body burden at selected sport (characteristic of the sport, metabolic and functional characteristics of the organism adaptation, muscle load, regeneration) a brief description of dietary claims athletes.

The practical part is focused on the measurement of physical parameters of the selected group of volleyball using bioelectrical impedance at Bodystat QuadScan 4000 and monitoring changes in the fat, muscles during volleyball season. The results were then processed in program Statistica Cz, version 12 and Microsoft Excel 2010 and evaluated using tables and graphs.

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce .....	10
3	Literární přehled.....	11
3.1	Základní složky lidského těla .....	11
3.1.1	Svalová tkáň .....	11
3.1.2	Kostní tkáň.....	14
3.1.3	Tuková tkáň .....	16
3.1.4	Voda .....	17
3.2	Fyziologie tělesné zátěže .....	19
3.2.1	Obecná charakteristika volejbalu .....	19
3.2.2	Metabolická a funkční charakteristika výkonu.....	20
3.2.3	Specifické adaptace organismu na zátěž .....	21
3.2.4	Svalové zatížení.....	21
3.2.5	Regenerace .....	22
3.3	Stravovací nároky sportovců .....	24
3.3.1	Bílkoviny .....	24
3.3.2	Tuky.....	25
3.3.3	Sacharidy .....	27
3.3.4	Minerální látky .....	29
3.3.5	Pitný režim.....	30
3.4	Metody měření.....	33
3.4.1	Bioelektrická impedance (BIA).....	33
3.4.2	Bodystat QuadScan 4000 .....	33
4	Materiál a metodika.....	37
4.1	Materiál.....	37
4.2	Metodika .....	37

4.2.1	Měření na přístroji Bodystat QuadScan 4000 .....	38
4.2.2	Statistické metody .....	38
5	Výsledky a diskuse.....	39
6	Závěr .....	53
7	Použitá literatura .....	54
8	Seznam tabulek .....	63
9	Seznam obrázků .....	64
10	Seznam zkratek .....	65



# 1 ÚVOD

Dodržení optimální tělesné konstituce je důležité nejen ze zdravotního hlediska, kde může působit preventivně před vznikem civilizačních onemocnění, ale i pro herní výkon jednotlivce. Nadměrné množství tuků na úkor svalů může negativně ovlivnit výkon a kondici daného sportovce.

Diplomová práce na téma Hodnocení tělesné konstituce volejbalistů, se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část je ve formě literární rešerše, kde jsou popsány základní složky lidského těla i jejich metabolismus (svalová, tuková kostní tkáň a voda), fyziologie tělesné zátěže u daného sportu (funkční a metabolická charakteristika výkonu, svalové zatížení a následná regenerace). V další části jsou popsány vhodné stravovací návyky pro sportovce, jaké je doporučené denní množství bílkovin, tuků, sacharidů, vybraných minerálních látek a pitný režim.

Praktická část je založena na pravidelném čtvrtletním měření skupiny volejbalistů TJ Tesla Brno na přístroji Bodystat Quadscan 4000. Měření probíhalo v jednotlivých fázích sezóny (přípravné období, vrchol sezóny, období po konci sezóny a během sezóny). Cílem je zjistit změny v množství tuku a ATH v % a kg a vliv jednotlivých částí sezóny (různý počet tréninků a jejich složení) na námi sledované hodnoty.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce Hodnocení tělesné konstituce volejbalistů je v literární rešerši zpracovat poznatky týkající se základních složek lidského těla, dále zhodnotit fyziologii těla u vybraného sportu a stručně charakterizovat jednotlivé stravovací nároky sportovců.

Dalším cílem bylo pomocí bioelektrické impedance sledovat na přístroji Bodystat QuadScan 4000, zda dochází ke změnám v množství svalové a tukové tkáně u testované skupiny během volejbalové sezóny. Získané výsledky následně statisticky vyhodnotit pomocí tabulek a grafů.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Základní složky lidského těla

Lidské tělo je složeno z buněk, které mají schopnost se dělit v embryonálním vývoji, poté se schopnost dělení u mnohých buněk snižuje. U některých buněk už dělení dále vůbec neprobíhá (například nervové buňky), u dalších jen na základě určitého impulsu (například jaterní buňky). Jsou ovšem i takové buňky, u kterých dochází k dělení po celý život (buňky krvetvorné tkáně) (Čihák, 2011).

Pokud buňky po dělení zůstávají u sebe, vznikají svazky buněk, které jsou tvarově typické a určitým způsobem společně funkčně zapojené, nazývají se tkáně. Tkáň je soubor buněk stejného tvaru a původu. Rozlišujeme základní typy tkání: epitely, pojiva, svalovou a nervovou tkáň (Čihák, 2011).

Pro účely této práce a stanovení analýzy těla je nejdůležitější tkáň svalová, tuková, kosterní a voda, které budou popsány dále.

#### 3.1.1 Svalová tkáň

Základní vlastnost svalové tkáně je schopnost smrštít se, zkrátit se. Zkrácení je způsobeno nervovými podněty a umožněno díky přítomnosti jemných vláček myofibril, které jsou uloženy v cytoplazmě buněk nebo cytoplazmě svalových vláken. (Merkunová, Orel, 2008).

##### 3.1.1.1 Stavba

Dle stavby, inervace a funkčních vlastností rozlišujeme svalovou tkáň hladkou, příčně pruhovanou srdeční tkáň a příčně pruhovanou kosterní tkáň.

**Hladká svalová tkáň** je tvořena štíhlými svalovými buňkami, které jsou vzájemně spojeny jemným vazivem. V cytoplazmě buněk hladké svaloviny jsou obsaženy myofibrily. Kontrakcí těchto myofibril dojde ke zkrácení celé buňky. Tento typ svaloviny nejčastěji tvoří stěny dutých orgánů vyjma srdce nebo svalovou vrstvu cévní stěny (Lüllmann-Rauch, 2009).

**Srdeční svalová tkáň** vytváří střední vrstvu srdeční stěny. Díky trámčité struktuře srdeční svaloviny je umožněn rychlý a dokonalý rozvod elektrického podráždění, které vede k rytmickému smršťování srdečního svalu. I srdeční svalovina je inervována pomocí autonomních nervů, které mohou srdeční akci zrychlit nebo zpomalit. Vyjma

této inervace má i vlastní systém vodivé svaloviny, který sám vytváří vzruchy vedoucí k rytmickému smršťování nezávisle na autonomní inervaci (Dylevský, 2011).

**Kosterní, příčně pruhovaná svalovina** ve spojení s kostrou tvoří muskuloskeletární systém. Tento typ svalů může být nazýván také jako volní svaly, protože kontrakce těch to svalů je kontrolována vůlí. Tělesná spotřeba kyslíku v klidové fázi je přibližně 25% celkové tělesné spotřeby kyslíku, při intenzivní fyzické zátěži může tato spotřeba stoupnout až 20krát (Ward, Linden 2013).

Základní jednotku tvoří svalová vlákna, která se skládají do svazků a jsou spojena jemným vazivem. Vlákna jsou několik centimetrů dlouhé válce s tupými konci, na jejichž povrchu je membrána, která svou stavbou odpovídá buněčné cytoplazmatické membráně (Dylevský, 2013).

Rozlišujeme několik typů svalových vláken:

- Pomalá červená svalová vlákna (typ I, SO, slow oxidative).
- Rychlá bílá vlákna (typ II A, FOG, fast oxidative and glykolitic).
- Rychlá červená vlákna (typ III B, FG, fast glykolitic).
- Přejídná vlákna (typ III, intermediální, nediferencovaná vlákna) (Dylevský, 2009).

Jednotlivé typy svalových vláken se od sebe odlišují svoji anatomickou a funkční charakteristikou (Tabulka1).

Tabulka 1: Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Dylevský, 2009).

Typ vlákna	Anatomická charakteristika	Funkční charakteristika
Typ I, SO	Velmi tenká a bohatě kapilarizovaná	Statické, pomalé pohyby, polohové funkce
Typ II A, FOG	Středně silná a kapilarizovaná	Rychlý a silový pohyb
Typ II B, FG	Velmi silná a málo kapilarizovaná	Maximální silový pohyb
Typ III	Nediferencovaná vlákna	Není známá

### **3.1.1.2 Funkce svalů**

Základ tvoří svalový stah, který je za normálních podmínek vyvolán nervovým podnětem. Dle okolností rozeznáváme dva typy svalového stahu:

**Izotonická kontrakce**, mění se zde délka svalu (zvedání břemene).

**Izometrická kontrakce**, sval vykonává statickou činnost, nedochází ke změně délky, jeho akce je však patrná ve změně napětí svalového bříška (zaťaté pěsti). Tento stah je charakterizován různými výdržemi (Ganong, 2005). Při svalové činnosti dochází ke střídání těchto typu kontrakcí. Na zajištění správné polohy kloubů a částí těla má velký vliv určité svalové napětí. Mimo krátkodobé nebo déle trvající svalové kontrakce je každý sval trvale ve stavu určitého napětí nazývaného jako klidové napětí svalu neboli svalový tonus. Díky tomuto svalovému napětí je sval stále v pohotovosti a může dojít k okamžité pohybové reakci. Chlad má za následek zvýšení svalového tonusu, teplo naopak snížení (Joukal, Horáčková 2013).

### **3.1.1.3 Metabolismus svalové tkáně**

V klidu je hlavním energetickým zdrojem pro svaly glukóza, její zásoby v organismu vydrží cca na 24 hodin. Po několikahodinovém hladovění začnou svaly získávat energii oxidací mastných kyselin. Dojde ke snížení inzulíemie, což vede k poklesu transportu glukózy do svalu. Zároveň dochází k mobilizaci mastných kyselin obsažených v tukové tkáni a jejich transportu do svalu, kde stoupá jejich oxidace. Po jídle nastane změna situace: inzulín, který je vyplavován z pankreatu, stimuluje příjem glukózy a tím glykolýzu, přeměnu glukózy na zásobní glykogen a oxidaci puryvátu. Dochází k prudkému poklesu oxidace mastných kyselin. Při svalové práci o velké intenzitě jsou přednostně mobilizovány energetické zásoby glykogenu ve svalech, asi po dvou hodinách se začnou oxidovat mastné kyseliny. Během svalové práce o nižší intenzitě jsou hlavním zdrojem mastné kyseliny hlavním zdrojem energie po celou dobu výkonu. Nejdříve jsou oxidovány mastné kyseliny, které jsou uvolňované z endogenních tryacylglycerolů v monocytech. Až 25 % glycerolu obsaženého v krvi pochází z lipolýzy ve svalech. Převažující část glycerolu v krvi je původem z tukové tkáně. Oproti tukové tkáni není lipolýza ve svalech inhibována inzulíem (Hainer, 2011).

Hlavní úlohu v řízení lipidového metabolismu ve svalech i dalších tkáních má lipoproteinová lipáza (LPL), jež je vázána na endotel kapilár. Exprese a regulace LPL se liší v různých tkáních. Při hladovění, vlivem poklesu krevních hladin inzulínu, stoupá

aktivita LPL ve svalu a v tukové tkáni klesá. Po jídle dochází k obrácení stavu. Adrenalin stimuluje aktivitu LPL, oxidaci mastných kyselin ve svalu a inhibuje LPL v bílé tukové tkáni. Aktivita LPL závisí i na typu svalových vláken, vyšší je v oxidativních vláknech než ve vláknech glykolytických, v oxidativních vláknech ke zvýšení aktivity LPL pomáhá trénink. Což má za následek spalovat během svalového výkonu zvýšenou měrou lipidy a použít je jako zdroj energie pro svalovou kontrakci (Hainer, 2011).

### **3.1.2 Kostní tkáň**

Kost je bílá, tvrdá tkáň složená z buněk a mezibuněčné hmoty (mezibuněčná hmota je pevná mineralizovaná) (Dimon, Quater, 2008).

#### **3.1.2.1 Stavba**

Buňky, díky kterým dochází ke vzniku kostní tkáně, se nazývají osteoblasty. Osteoblasty produkují základní hmotu kosti ve formě prekursorů. Postupně dochází k zalití osteoblastů touto hmotou a vzniku osteocytů, které již novou kostní hmotu nevytvářejí. Podílejí se na uvolňování minerálů ze základní hmoty, pomáhají při regulaci hladiny vápníku v tělních tekutinách. Osteocyty mohou být přeměněny zpět v osteoblasty nebo být transformovány v buňky retikulární. Buňky jsou umístěny v dutinkách (lakunách) základní hmoty (Čihák, 2011).

Kost je složena ze tří komponent. Povrch kosti je tvořen vazivovou okosticí vyjma kloubních povrchů, dále následuje vlastní kostní tkáň a vnitřek kostní dutiny je tvořen kostní dřeví (Dimon, Quater, 2008).

V dětství dochází k růstu kostí, ve vnitřní struktuře kosti dochází po celý život k trvalým remodelačním změnám v závislosti na silách, které na ni působí. Na základě uspořádání jednotlivých vláken v základní hmotě rozlišujeme kost lamelózní, která tvoří většinu skeletu a kost vláknitou, tvořící výběžky a drsnatiny.

Dále rozlišujeme:

- Kostí krátké (kost zápěstní).
- Dlouhé (kost pažní).
- Ploché (lopatka).
- Nepravidelného tvaru (dolní čelist) (Dylevský, 2013).

### 3.1.2.2 *Funkce*

Funkce kosterní soustavy jsou:

- Oporná.
- Ochranná (uplatňuje se u některých kostí například ochrana mozku).
- Funkce pák uplatňující se především u kostí spojených pohyblivými klouby (uplatnění především na končetinách).
- Zásobárna minerálů v organismu, tato funkce je zajištěna mezibuněčnou hmotou kosti. V mezibuněčné hmotě je nejvíc vázán fosforečnan vápenatý a uhličitan vápenatý.
- Krvetvorný orgán je červená kostní dřev, produkující nejen všechny typy krevních elementů (Merkunová, Orel, 2008).

### 3.1.2.3 *Metabolismus kosterní tkáně*

Metabolismus je spojen s udržením homeostázy vápníku, hořčíku a fosfátu. Jedná se o kontinuální a dynamický proces, jež udržuje rovnováhu mezi procesem tvorby kosti nové a odbouráním kosti staré. Probíhá v malých oblastech na povrchu kosti, které jsou označovány jako BMU (bone metabolism unit). Běžně je většina jednotek inaktivní a tvoří tenkou vrstvu buněk na povrchu kostí. Remodelace kostí je tvořena 1 kostním cyklem, který se skládá z několika fází. Během jednotlivých fází působením fyzikálních a biochemických signálů dochází k aktivaci BMU jednotky, což má za následek odbourání staré kosti a vytvoření nové kosti (Jabor, Pikner, 2008).

Fáze kostního cyklu:

- Klidová.
- Aktivace osteoklastů.
- Resorpční.
- Aktivace osteoblastů.
- Tvorba kostí matrix a zahájení mineralizace
- Dokončení remodelace a mineralizace (Jabor, Pikner, 2008).

Celý cyklus trvá asi 6 měsíců a ročně dochází k obnově okolo 10% celkové kostní hmoty. Rovnováha mezi tvorbou a odbouráváním kostí je řízena endokrinními a parakrinními faktory. Mezi endokrinní faktory patří například parathormon, vitamin

D, K, kalcitonin, estrogény a androgeny, mezi parakrinní faktory Interleukin 6, TNF faktory, IGF faktory, TGF faktory (Christenson, 1997).

### **3.1.3 Tuková tkáň**

Tuková tkáň tvoří v lidském těle 15-25 % z celkové tělesné hmotnosti. Nachází se pod kůží i v tělesných dutinách. Je hodně metabolicky aktivní, ani při hladovění nedochází k její ztrátě. Metabolismus této tkáně je řízen hormony, především insulinem. Tuková tkáň hormony i produkuje (například leptin) (Havlík, Marounek, 2013).

#### **3.1.3.1 Stavba**

Je složena z tukových buněk adipocytů, ty syntetizují tuky a ukládají je ve formě většího počtu menších tukových kapének nebo v jedné velké tukové kapénky. Adipocyty jsou obklopeny bazální laminou a retikulárními vlákny (Lüllmann-Rauch, 2009).

Dle makroskopického vzhledu a histologického obrazu rozlišujeme bílou (univakuolární) a hnědou (multivakuolární) tukovou tkáň. Bílá tuková tkáň je uložena především subkutánně nebo v břišní dutině. Hnědá tuková tkáň se nachází u dětí mezi lopatkami, krčními svaly, v dutině hrudní podél velkých cév a perirenálně do 1 roku věku dítěte. Její funkce je především poporodní adaptace novorozence zejména na chlad (Kittnar, 2011).

#### **3.1.3.2 Funkce**

Mezi základní funkce tukové tkáně patří:

- Zásobárna energie.
- Tepelný izolátor na obranu proti chladu.
- Mechanická ochrana vnitřních orgánů.
- Endokrinní funkce.
- Místo ukládání lipofilních toxinů a léků.
- Konverze některých hormonálních prekurzorů na aktivní hormony (Fantuzzi, Mazzone, 2014).



### **3.1.3.3 *Metabolismus tukové tkáně***

Metabolické vlastnosti této se liší dle typu převládajícího adipocytu (hnědá, bílá tkáň) a na anatomickém uložení v těle. Mohou mít vliv i vývojové formy vývojové formy adipocytů (preadipocyty). Hlavním místem pro metabolismus lipidů jsou adipocyty, skladování triacylglycerolů probíhá v bílé tukové tkáni a termogeneze v hnědé tukové tkáni. Termogeneze je v hnědé tukové tkáni aktivována noradrenalinem, který je uvolňován ze sympatických nervových zakončení na adipocytech. To má za následek stimulaci senzitivní lipázy (HSL) a uvolnění mastných kyselin z endogenních triacylglycerolů. Mastné kyseliny vstupují do mitochondrií, kde jsou následně oxidovány a vzniká teplo (Hainer, 2011).

Bílá tuková tkáň tvoří zásobárnu chemické energie koncentrované v triacylglycerolech. Tuková tkáň ovlivňuje krevní hladinu mastných kyselin, jež se z ní vyplavují. Uvolňování mastných kyselin je závislé na aktivitě HSL, u níž dochází k inhibici inzulinem po jídle. Při hladovění se zvyšuje adrenergní stimulace bílého tuku, hlavně vlivem zvýšení krevních hladin noradrenalinu. Je aktivován hormon senzitivní lipáza a zvyšuje se vyplavování mastných kyselin do krve. Vstup mastných kyselin do adipocytů je závislý na aktivitě lipoproteinové lipázy (LPL), která odstraňuje mastné kyseliny hydrolýzou krevních triacylglycerolů. V tukové tkáni je aktivita LPL stimulována inzulinem (Hainer, 2011).

### **3.1.4 *Voda***

Voda je pro lidské tělo nezbytná, v organismu neustále probíhá její výměna. Při nedostatku vody dojde nejprve k odběru vody z orgánů, které nejsou pro život tak důležité (vazivové tkáně, tukové tkáně, svaly). Voda v organismu může být volná, sloužící k rozpuštění látek a vázaná, hydratační voda fixovaná na hydrofilní koloidy (Beneš 2015).

#### **3.1.4.1 *Stavba***

Celková tělesná voda tvoří 55-60 % z tělesné hmotnosti člověka. Obsah vody se mění s věkem a je závislý na pohlaví jedince. Nevyšší podíl celkové tělesné vody se vyskytuje u plodu a může činit až 94 %, po porodu dojde k poklesu obsahu vody v organismu, pokles trvá do jednoho roku až dvou let, poté se mírně zvyšuje. V pubertě již množství vody odpovídá podílu vody u dospělých. Rozlišujeme vodu extracelulární a intracelulární (Jabor, 2008).

### ***Extracelulární tekutina***

Představuje tělní vodu, která se nachází mimo buňky, tvořící přibližně 20% tělesné hmotnosti. Extracelulární tekutina je složena z tkáňového moku (intersticiální tekutina) a plazmy (intravaskulární tekutina). Intersticiální tekutina obklopuje buňky různých tkání a tvoří 75 % extracelulární tekutiny (asi 15 % tělesné hmotnosti), intravaskulární tekutina se nachází uvnitř cév krevního oběhu a tvoří 25 % extracelulární tekutiny (5 % tělesné hmotnosti) (Langmeier, 2009).

### ***Intracelulární tekutina***

Nachází se v buňkách, proto je často nazývána jako nitrobuněčná tekutina. Zaujímá 40 % tělesné hmotnosti člověka. Obsahuje koloidy a krystaloidy, od extracelulární tekutiny je oddělena buněčnými membránami (Navrátil, 2008).

#### ***3.1.4.2 Funkce vody***

Voda slouží k rozpouštění látek, dále je důležitá pro tvorbu disperzního prostředí pro chemické reakce v těle i participaci na těchto reakcích. Mezi další funkce patří fyzikální transport v těle a termoregulace (Beneš, 2015).

#### ***3.1.4.3 Regulace příjmu tekutin***

Při deficitu vody v organismu dojde k automatickému zvýšení osmolality tělních tekutin (potažmo osmolalita plazmy protékající mozkem). Tím dochází ke stimulaci hypotalamických center (centrum žízně a příslušný receptor), což má za následek vyvolání pocitu žízně a následnému uvolnění antidiuretického hormonu (ADH). ADH je zachycen receptory ledvinových tubulů, které na to reagují zvýšením absorpce vody. Na příjmu vody a regulaci se podílí i hormonální systém renin-angiotensin-aldosteron (Komprda, 2007).

## **3.2 Fyziologie tělesné zátěže**

Znalost fyziologie zatížení u daného sportu je důležitá pro správné pochopení jednotlivých mechanických a biologických dějů v lidském organismu. Zvláštní význam má i následná regenerace po provedeném sportovním výkonu. Obě tyto problematiky budou obsahem následující kapitoly.

### **3.2.1 Obecná charakteristika volejbalu**

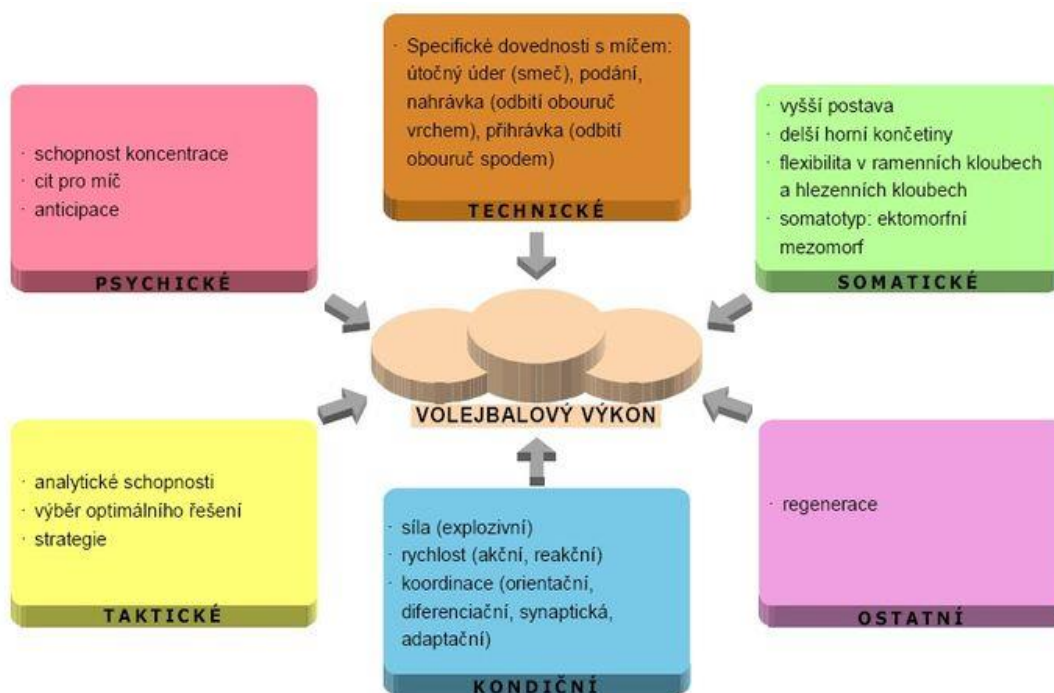
Volejbal se řadí mezi nejrozšířenější míčové kolektivní hry ve světě i u nás. Obliba volejbalu spočívá v materiálně technické a prostorové nenáročnosti, další výhodou je možnost provozovat volejbal celoročně. Další pozitivum jsou i poměrně jednoduchá pravidla, dále to, že se jedná o nekontaktní sport. Díky tomu je sníženo riziko zranění a je tedy možná i hra ve smíšených týmech (Stará, Šamšula, 2014).

Cíl hry je dostat míč přes síť maximálně na tři dotyky na soupeřovu polovinu tak, aby míč spadl na zem, a zároveň zabránit soupeři ve snaze o totéž. Pro volejbal je typická kolísavá intenzita zatížení (Grasgruber, Cacek, 2008).

#### **Základní pravidla:**

- Tým má právo třikrát odbít míč (i po doteku bloku), aby vrátilo míč soupeři.
- Obdélníkové hřiště o rozměrech 18x9 metrů, výška sítě 2,43 m pro muže, 2,24m pro ženy.
- Míč vyroben z kůže či syntetické kůže, jeho obvod je 65 - 67 cm a váha 260 - 280 g.
- Tým složen z šesti hráčů.
- Jeden set trvá do dosažení 25 bodů jednoho z týmů, ale rozdíl vždy musí být alespoň dvoubodový.
- Hraje se na tři vítězné sety (v pátém setu je zkrácená hra do 15 bodů, ale pořad platí minimálně dvoubodový rozdíl).
- Rozehra trvá tak dlouho, dokud se míč nedotkne hřiště, není zahrán mimo vymezené hřiště (aut) nebo se družstvu nepodaří vrátit míč povoleným způsobem.
- Tým, který vyhraje danou rozehru, získává bod (Císař, 2005).

Volejbalový sportovní výkon je ovlivněn technickými, somatickými, psychickými, taktickými, kondičními a ostatními faktory (Obrázek 1).



**Obrázek 1: Faktory sportovního výkonu-volejbal (Bernačiková a kol., 2011)**

### 3.2.2 Metabolická a funkční charakteristika výkonu

Typ zátěže, jedná se o intervalovou zátěž se střídáním intenzity zatížení. Délka výkonu je 1-2,5 hodin (set trvá 18-30 minut, jedna výměna 5-10 sekund, interval odpočinku 20-30 sekund), intenzita zatížení je střední až submaximální. Metabolické krytí: ATP-CP systém, oxidativní fosforylace, aerobní glykolýza. Jako zdroj energie slouží ATP, CP, glykogen. Energetický výdej je 2548 kJ/zápas (Melichna, 1993).

Funkční charakteristika výkonu je ovlivněna příjmem kyslíku, srdeční frekvencí a koncentrací laktátu po výkonu (Tabulka 2).

Tabulka 2: Fyziolog. parametry během sportovního výkonu (Grasgruber, Cacek,2008).

Fyziologický parametr			Muži
VO <sub>2</sub>	Příjem kyslíku	[% z maxima]	42-70
		[ml.min <sup>-1</sup> kg <sup>-1</sup> ]	
SF	Srdeční frekvence	[% z maxima]	
		[tepy.min <sup>-1</sup> ]	130-170
La	Koncentrace laktátu po výkonu	[mmol.l <sup>-1</sup> ]	2-11

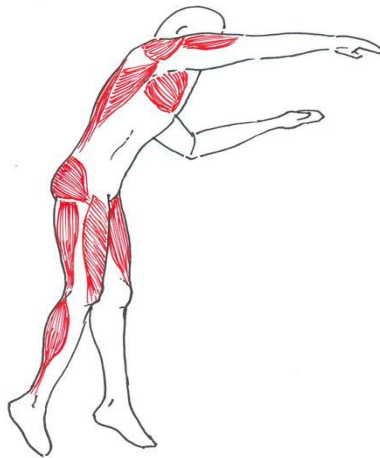
### 3.2.3 Specifické adaptace organismu na zátěž

Adaptace energetických zásob, dochází ke zvýšení ATP, CP a ke zvýšení glykogenu (Havlíčková, 2003). U funkční adaptace dochází ke zvýšení aerobní i anaerobní kapacity, ke zlepšení funkcí smyslových analyzátorů (zrakový, prostorová orientace a zvýšení taktilního cití-cit pro míč). Jsou zde také morfologické změny, u svalů dochází k hypertrofii rychlých svalových vláken. Můžeme pozorovat i rozvoj pohybových schopností jako je explozivní síla, akční, reakční rychlost a orientační, diferenciatní, synaptická, adaptační koordinace (Bernačíková a kol, 2011).

### 3.2.4 Svalové zatížení

Při volejbalu dochází k zapojení svalů horních i dolních končetin. U svalů dolních končetin je nejdůležitější práce svalů umožňující výskok, mezi které patří extensory kyčle (m.glutatus, maximus, hamstringy), extensory kolene (m.quadriceps femoris) a plantární flexory (m. triceps surae).

Volejbalová smeč se rozděluje do přípravy na smeč a samotné smeče. U přípravné fáze pracují hlavně abduktory (m. deltoideus-pars akromion, m. supraspinatus, m. serratus anterior) a extensory (m.latissimus dorzi, m. deltoideus-pars spinae a m. teres major) ramenního kloubu. V druhé fázi to jsou adduktory (m.pectoralis major, m. latissimus dorsi a m. teres major) a flexory (m. deltoideus-pars clavicularis, m. coracobrachialis, m. biceps brachii caput breve) ramenního kloubu. Dále dochází ke kontrakci extenzorů loketního kloubu (m. triceps brachii, m. anconeus). Svaly předloktí se musí nacházet v izometrické kontrakci, aby došlo k odražení míče správným směrem a s dostatečnou razancí. Nejvíce zatěžované svaly jsou vyobrazeny na Obrázku 2 (Bernačíková a kol, 2011).



**Obrázek 2: Nejvíce zatěžované svaly ve volejbale (Bernačiková a kol, 2011).**

### **3.2.5 Regenerace**

Je to biologický proces, který zahrnuje činnost organismu vedoucí k úplné obnově psychických a tělesných sil, které byly narušeny předchozím zatížením. Aby mohla regenerace proběhnout, musí být organismus uveden do určitého stupně únavy. Regenerace provází celý tréninkový proces, měla by být součástí tréninku, zařazená buď v jednotlivých tréninkových hodinách, nebo v samostatných regeneračních jednotkách (Pastucha, 2014).

Cíle regenerace:

- Eliminace změn v organismu vzniklých fyzickou aktivitou.
- Prevence přetížení, nebo poškození organismu (Bernačiková, 2013).

#### **3.2.5.1 Formy regenerace**

Dělí se z časového hlediska na regeneraci před (rozcvičení, pohotovostní masáž), během (pitný režim, masáž mezi výkony) a po (hydroterapie, autogenní trénink) výkonu, dále dle formy na aktivní a pasivní. Pasivní regenerace je přirozená, neovlivněná vůlí, bez vnějšího zásahu, která probíhá už během vlastního zatížení a vede k obnově tělesných a duševních sil. V lepším případě je superkompenzačním mechanismem posouvána nad výchozí hodnoty. Aktivní forma regenerace je plánovitá cílená činnost, která urychluje proces pasivního zotavení. Může probíhat dvěma způsoby buď s vyloučením fyzické aktivity sportovce, jedna se o pasivní odpočinek, nebo s využitím pohybové aktivity. V tomto případě se jedná o odpočinek aktivní. Mezi nejčastější formy pasivního odpočinku se zahrnují všechny formy relaxace, hydroterapie, termoterapie atd.

Fyziologický podklad aktivního odpočinku je zachování průtoku krve v zatížených svalech. Ideální je cyklická pohybová aktivita mírné intenzity. Další formou mohou být například kompenzační cvičení, jiné doplňkové sportovní aktivity. Délka regenerace musí odpovídat stupni únavy, tzn. stupni zatížení (Bernačiková, 2013).

### 3.3 Stravovací nároky sportovců

Výživa patří mezi jeden z fyziologických faktorů pro udržení a zvýšení výkonu u sportovců. Čím je výkon vyšší a trénink intenzivnější, tím je výživa pro úspěch důležitější. Zanedbání výživy může souviset s přetrénovaností, vyčerpaností, snížením výkonnosti, zpomalenou regenerací, náchylností k infekcím a zvýšením rizikem pro zranění (Stránský, Ryšavá, 2014).

Cíle výživy ve sportu:

- Zajištění optimálního přísunu energie, živin a látkové přeměny.
- Vyrovnání ztrát jednotlivých živin.
- Stabilizace a podpora obranného systému.
- Zajistit optimální tělesnou hmotnost a zásoby glykogenu.
- Nárůst svalové tkáně v tréninkové fázi a podpora regenerace tkání.
- Kontrola příjmu látek snižujících výkonnost (tuk, cholesterol, puriny).
- Podpora tělesné, duševní pohody a motivace k danému výkonu (Stránský, Ryšavá, 2014).

#### 3.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny, jsou polymerní látky, které jsou složeny z aminokyselin. Aminokyseliny se rozdělují na postradatelné (organismus je schopen si je sám vyrobit) a nepostradatelné (musíme přijímat potravou, nejsou vytvořeny organismem) (Komprda, 2009).

Sportovní výživa by měla obsahovat dostatečný, ale né nadměrný příjem bílkovin, který je potřeba k stavbě nové svalové hmoty a opravě té stávající. Bílkoviny jsou nutné i pro růst vlasů a nehtů, tvorbu hormonů, pro obnovení červených krvinek a udržení imunity (Clark, 2014). Dospělý vytrvalostní sportovec by měl přijímat 1,2 - 1,6 g bílkovin na 1 kg hmotnosti (Tabulka 3).



Tabulka 3: Doporučené dávky bílkovin (Clark, 2014).

Jedinec	g bílkovin na 1 kg hmotnosti
Dospělý se sedavým stylem života	0,8
Kondičně cvičící, dospělý	1,0-1,5
Vytrvalostní sportovec, dospělý	1,2-1,6
Dospívající sportovec v růstu	1,5-2,0
Dospělý, budující svalovou hmotu	1,5-1,7
Sportovec omezující příjem energie	1,6-2,0
Odhadovaná max. využitelná dávka pro dospělého	2,0
Průměrná potřeba vytrvalostních sportovců-mužů	1,1-2,0
Průměrná potřeba vytrvalostních sportovců-žen	1,1-1,8

Obecně je obtížné určit přesnou potřebu bílkovin, většina sportovců sní v běžné stravě více bílkovin, než potřebuje. V současnosti neexistuje vědecký důkaz, který by podpořil tezi, že konzumace bílkovin, která překračuje 2,0 g/kg tělesní hmotnosti přináší zlepšení, ani důkaz o zvýšení svalové síly nebo objemu (Erskine, Fletcher, Hanson a kol., 2012).

### ***Zdroje bílkovin***

Zdroje bílkovin rozlišujeme dle původu na živočišné a rostlinné. Mezi živočišné řadíme vejce, mléko, mléčné výrobky, sýry, maso, masné výrobky, drůbež, ryby, mezi rostlinné, luštěniny (sóju, hrách, fazole, čočku), obiloviny, rýži, ořechy, tofu (Burke, Maugham, 2006).

Poměr rostlinných a živočišných bílkovin se udává 2:1, u dětí a fyzicky velmi aktivních je doporučován poměr 1:1. Zdroje bílkovin by měli být vybírány s ohledem na složení a množství tuků v dané potravíně. Z živočišných potravin vybíráme ty, s nižším obsahem tuku (polotučné varianty u mléčných výrobků, libová masa). Výborným zdrojem bílkovin je vaječný bílek, který obsahuje ideální zastoupení aminokyselin a zároveň velmi nízký obsah tuku (Klimešová, Stelzer, 2013).

### **3.3.2 Tuky**

Patří mezi základní živiny, které se vyskytují v potravinách. Ukládají se v adipocytech ve formě triacylglycerolů. Z chemického hlediska se jedná o estery vyšších mastných kyselin a alkoholu (glycerolu). Trávením a hydrolýzou tryacylglycerolů dochází k uvolňování mastných kyselin a glycerolu. V lidském těle jsou tuky uloženy převážně

ve formě zásobního tuku v tukové tkáni, dále mezi svalovými vlákny a v krvi. V krvi jsou obsaženy i volné mastné kyseliny (Bernačiková, 2013).

Tuky slouží jako významný zdroj energie a rezervy energie ve stravě. Živiny, které přijmeme nad normu, se uloží do zásob (acylglyceroly). Mají také strukturní funkci, jsou stavební komponenty biologických membrán. Tvoří významnou složku nervové tkáně a podílejí se tak na přenosu podmětů (v nervové tkáni až 40% lipidů). Mezi další funkce patří ochrana orgánů před mechanickým poškozením, izolační funkce, zabraňují ztrátám tepla a vody, pomáhají tělu využít vitaminy rozpustné v tucích, vyvolávají pocit sytosti po jejich požití a podílejí se na tvorbě steroidních hormonů (Kastnerová, 2012).

Pravidelným tréninkem se zvyšuje schopnost svaloviny využívat tuk během zátěže jako zdroj energie a šetřit glykogenové zásoby na zakončení výkonu. Oproti sacharidům nejsou problémy s ukládáním do rezerv, díky tomu, nejsou, tuky limitují veličinou pro svalový výkon. Nevýhoda je pomalé vstřebávání, organismus lépe využije sacharidy pro získání energie. Přesto mají tuky významnou roli ve výživě sportovců, slouží jako nosiči vitamínů rozpustných v tucích a nezbytných mastných kyselin. Při vysoké energetické potřebě dodávají dostatek energie a nezvyšují přitom neúměrně množství přijaté potravy (Stránský, Ryšavá, 2014).

Příjem tuků by neměl překročit 35 % energetického příjmu. U rychlostních silových sportů je doporučován přísun tuků v hodnotě 25 % energetického příjmu, při silových vytrvalostních sporů stoupá až na 35%. Upřednostňujeme tuky obsahující především MUFA (monoenové mastné kyseliny) a n-3 PUFA (polyenové mastné kyseliny) (Stránský, Ryšavá, 2014).

### ***Zdroje tuků***

Tuky jsou obsaženy ve stravě z živočišných a rostlinných zdrojů. Rozdělují se dle přítomnosti dvojných vazeb na nasycené (žádná dvojná vazba), nenasycené monoenové (jedna dvojná vazba) a nenasycené polyenové (více dvojných vazeb) (Grofová, 2007). Příklad jednotlivých druhů je uveden v Tabulce 4.

Tabulka 4: Klasifikace mastných kyselin (Klimešová, Stelzer, 2013).

Klasifikace mastných kyselin	Potravinové zdroje
Nasyčené mastné kyseliny (SFA)	Máslo, sádlo, lůj, kokosový a palmový olej, tučné druhy masa
Monoenové mastné kyseliny (MUFA)	Řepkový, olivový olej, avokádo, ořechy, játra, lněná semínka.
Polyenové mastné kyseliny (PUFA)	Rostlinné oleje (slunečnicový, sójový, kukuřičný, klíčkový), rybí oleje, dýňová, sezamová semínka, vlašské ořechy, tofu
Polyenové mastné kyseliny n-6	Rostlinné oleje (slunečnicový, světlicový, olivový, kukuřičný), živočišné tuky (drůbež, sladkovodní ryby)
Polyenové mastné kyseliny n-3	Sójový, řepkový olej, ořechy, mořské ryby (sardinky, sledř, makrela, losos, mateřské mléko)

### 3.3.3 Sacharidy

Sacharidy se rozdělují na jednoduché a složené. Mezi jednoduché sacharidy řadíme monosacharidy a disacharidy jednoduché a dvojitě molekuly sacharidů). Jednoduché sacharidy jsou často označovány jako cukry. Mezi nejjednodušší formy sacharidů řadíme glukózu, fruktózu, galaktózu. Mezi nejběžnější disacharidy patří řepný cukr (sacharóza), mléčný cukr (laktóza), sladový cukr (maltóza). Než disacharidy vstoupí do krve, jsou přeměněny na molekuly glukózy, sloužící jako zdroje energie pro pracující svaly. Složené sacharidy (například škrob v rostlinných potravinách, glykogen ve svalech) vznikají navázáním monosacharidů na sebe a vytvořením dlouhého řetězce. Bývají označovány názvem škroby (Clark, 2000).

Sacharidy pokryjí polovinu někdy i většinu energetické potřeby člověka, většinou 50-80 % energetického příjmu. Jejich funkce je podpůrná (tvoří základní složku buněčných stěn bakterií a rostlin) a stavební (jsou součástí glykoproteinů a glykolipidů). Glykogen tvoří zásobárnu cukrů v těle, je to živočišný zásobní polysacharid, který je uložen v játrech a svalech (Kastnerová, 2012).

Pro vytrvalostní a silové sportovce jsou sacharidy stěžejní, jsou pohotovostně uloženy ve svalech jako zdroj energie na rozdíl od bílkovin a tuků. Na metabolismus sacharidů během zátěže má vliv intenzita, délka zatížení, druh cvičení, úroveň výživy před cvičením, stupeň trénovanosti a úroveň zásoby glykogenu před začátkem zátěže.

Zásoby sacharidů jsou v omezeném množství, po vyčerpání zásob glykogenu organismus začne pociťovat únavu, vyčerpání, je potřeba snížit intenzitu zátěže. Pokud dojde k vyčerpání jaterního glykogenu, mohou nastat mdloby, závratě, celková slabost (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

Při nízké intenzitě zátěže slouží tuky jako zdroj energie, při střední intenzitě se tukové zásoby podílejí na zdroji energie z 50-60 %. Při intenzivním cvičení tvoří hlavní zdroj energie z glukózy, která je uvolněna z glykogenu. Pokles svalového glykogenu na 1/3 z původního množství již výrazně ovlivňuje kvalitu sportovního výkonu (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

Denní příjem sacharidů u běžné populace je 300-500g sacharidů, u sportovců je tato hodnota vyšší, liší se podle druhu tréninku, sportovního odvětví, úrovně sportovce (Tabulka 5). Ve stravě jsou zastoupeny především polysacharidy (více než 60 %), pak disacharidy (30 %) a zbytek je tvořen oligosacharidy a monosacharidy (Bernačíková, 2013).

Tabulka 5: Obecná doporučení pro příjem sacharidů ve sportu (Bernačíková, 2013).

<b>Situace</b>	<b>Doporučení v gramech na kilogram tělesné hmotnosti (TH)</b>
Okamžitá regenerace po vyčerpávajícím cvičení (0-4 hodiny)	1g na kg TH každou hodinu, konzumovat v pravidelných intervalech
Denní dávka pro lehký trénink	3-5g na 1 kg TH každý den
Denní dávka pro středně těžký trénink	5-7g na 1 kg TH každý den
Denní dávka pro středně těžký vytrvalostní trénink	6-10 g na 1 kg TH každý den
Maximální dávka pro závody	10-12g na 1 kg TH každý den

### ***Zdroje sacharidů***

Sacharidy jsou obsaženy v mnoha potravinách. Pro optimální sportovní výkon a zachování zdraví bychom sacharidy měli přijímat ve formě ovoce, ovocných šťáv, sušeného ovoce, brambor, rýže, celozrnných těstovin, celozrnného pečiva, chleba, obilných vloček (ovesných, jáhlových,...), celozrnného müsli a vynechat jejich příjem

v čokoládách, zmrzlinách, dortech, sladkých limonádách, bílém pečivu a zákuscích, alkoholu (Konopka, 2004).

### **3.3.4 Minerální látky**

Pro zajištění správné výživy sportovců je důležité dbát i na dostatečný příjem minerálních látek především draslíku, hořčíku, vápníku, sodíku a také železa (Stránský, Ryšavá, 2014).

Jsou to anorganické látky, které plní v organismu řadu důležitých funkcí. Podílí se na stavbě kostí, udržování osmolality, nervosvalové dráždivosti, jsou také součástí hormonů a enzymů (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

#### **3.3.4.1 Draslík**

Mezi funkce draslíku patří přenos nervových impulsů, podílí se na udržování acidobazické rovnováhy a pomáhá správné činnosti srdce (Jespersen, 2005). Doporučené denní množství se pohybuje v rozmezí 2500 mg až 4000 mg (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

Draslík je obsažen v běžně konzumujících se potravinách, a proto jeho příjem není problematický. Zdroje draslíku jsou mléčné výrobky, ovoce, zelenina, obiloviny, brambory, luštěniny a ořechy (Kunová, 2004).

#### **3.3.4.2 Hořčík**

Hořčík pomáhá spalovat tuk a uvolňovat energii, působí preventivně proti svalovým křečím, potlačuje depresivní stavy, pomáhá zachovat správnou hladinu cholesterolu, v kombinaci s vápníkem působí jako přirozený uklidňující prostředek a udržuje oběhový systém v dobrém stavu. Doporučené denní množství je 250-500 mg (Mindell, Mundis, 2011).

Zdroje hořčíku tvoří především zelené části rostlin, hořčík je totiž součástí chlorofylu, také je přítomen v mléce a mléčných výrobcích, obilovinách, ořechích, luštěninách, ficích, banánech a mandlích (Gropper, 2012).

#### **3.3.4.3 Vápník**

Vápník je důležitý pro stavbu kostí a zubů, zprostředkovává konstrikci a dilataci cév, díky čemuž pomáhá udržovat zdravou hodnotu krevního tlaku. Účastní se i svalové kontrakce, přenosu nervových impulzů a hormonální sekrece (Skolnik, Chernus, 2010). Doporučená denní dávka je 800-1000 mg (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

Mezi zdroje vápníku řadíme mléko a mléčné výrobky, především sýry, sójové boby, tofu, luštěniny, brokolice, sardinky (Weaver, Heaney, 2006).

#### **3.3.4.4 Sodík**

Hlavní funkcí je udržení stálého osmotického tlaku v těle dále udržování vodní rovnováhy a homeostázy krve. Je hlavním kationtem mimobuněčné tekutiny. Denní potřeba je odhadována na 1100-3300 mg (Kastnerová, 2011).

Zdroje sodíku jsou kuchyňská sůl, sýry, uzeniny, instantní polévky, glutamát sodný, chipsy (Kohlmeier, 2015). Dále mohou být zdrojem i sportovní a iontové nápoje (Mach, 2012).

#### **3.3.4.5 Železo**

Železo představuje v organismu člověka složku bílkovin určenou k transportu kyslíku, protože je součástí hemoglobinu (červené krevní barvivo) a myoglobinu, který slouží jako zásoba kyslíku pro pracující sval. Dále se nachází i v důležitých enzymech, které v těle člověka zabezpečují procesy oxidace a redukce (Calder, 2002). Doporučená denní dávka je 10-15 mg (Komprda, 2009).

Železo se vyskytuje v živočišné a rostlinné formě, která ovlivňuje jeho využitelnost. Železo obsažené v živočišných produktech nazýváme hemové a jeho využitelnost je 10-25 % naproti tomu železo z rostlinných tkání se váže ve sloučeninách s kyselinou fytovou nebo šťavelovou a je využitelné méně než z 5 % (Komprda, 2009).

Mezi zdroje železa patří červená masa, játra, ryby drůbež, vejce, luštěniny (hrách, sója), koryši, sušené ovoce (Mach, 2012).

### **3.3.5 Pitný režim**

Sportovní výkon způsobuje změny ve složení vnitřního prostředí. Při uvolňování energie se uvolňuje teplo, které je následně odváděno z organismu. Tekutiny se přesouvají do svalů a tím dochází k vzestupu koncentrace některých iontů. Nadbytečné teplo se odvádí potem a dechem. Dochází ke ztrátám vody, ale i elektrolytů. Ztráta tekutin během výkonu je závislá na mnoha faktorech například trénovanosti jedince, teplotě a vlhkosti okolí, nadmořské výšce, trvání a intenzitě tělesné zátěže. Z iontů se ztrácí hlavně sodík a chlór (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

Tekutiny doplňujeme pomocí sportovních nápojů, které se rozdělují na energetické a iontové. Funkční vlastnosti sportovního nápoje jsou:

- Zdroj energie (obsah sacharidů a dalších nutrientů, závisí na koncentraci a typu).
- Složení elektrolytů a jejich koncentrace.
- Příchut' a další ingredience, které určují chuť nápoje (Bernačiková, 2013).

Pokud daná aktivita trvá více než 1-2 hodiny, doporučuje se konzumace iontových nápojů. Jsou to nápoje obsahující minerální látky, sacharidy jako zdroj energie, díky kterým může dojít k oddálení únavy a prodloužení výkonu. Iontové nápoje rozdělujeme na hypotonické (vhodné při tělesné zátěži), hypertonické (při regenerační fázi po náročném fyzickém výkonu) a isotonické (doplnění tekutin po ukončení sportovní aktivity, fáze regenerace). Energetické nápoje jsou vhodné, pokud daný sportovní výkon trvá několik hodin (maratón, triatlon, cyklistika), vhodné i v období regenerace po sportovním výkonu. Obsahují směs sacharidů (glukóza, maltodextriny, malé množství fruktózy) a také minerální látky (Na, Cl, Ca, K, Mg) (Mandelová, Hrnčířiková, 2007).

#### **3.3.5.1 Nápoje před výkonem**

Hlavním cílem pití nápojů před výkonem je doplnění tekutin po předchozím cvičení. K rehydrataci organismus potřebuje 8-12 hodin. Alespoň 4 hodiny před sportovním výkonem by měl sportovec vypít 5-7 ml tekutin na 1 kilogram hmotnosti. Tekutiny by měly být ve formě vody nebo hypotonického nápoje (Clark, 2014).

#### **3.3.5.2 Nápoje během výkonu**

Smyslem pití nápojů během výkonu je zabránění nadměrné dehydratace, která je definována poklesem hmotnosti jedince o 2 %. Dehydratace 2 % již snižuje výkon sportovce. Dehydratace, která je vyšší než 2 % ovlivňuje aerobní zatížení hlavně v horkém prostředí a může negativně ovlivňovat mentální a kognitivní schopnosti. Během vytrvalostních aktivit byl prokázán pozitivní vliv podávání roztoku sacharidů a elektrolytů, hlavně sodíku, ve srovnání s vodou, která sloužila jako kontrolní nápoj (Bernačiková, 2013).

#### **3.3.5.3 Nápoje po výkonu**

Po zatížení je hlavním cílem doplnění ztrát tekutin a elektrolytů. Rychlost rehydratace je závislá na čase, který zbývá do dalšího výkonu, na míře dehydratace a vyčerpání elektrolytů (Clark, 2014). Optimální je doplnění 120-150 % ztracených

tekutin v časné fázi 0-6 hodin po skončení zatížení. U rehydratačních nápojů by měl být v dostatečné míře zastoupen sodík (Burke, 2007).

#### **3.3.5.4 Doporučení pro příjem tekutin v rámci sportu**

Množství a složení nápoje závisí na délce a intenzitě zátěže, teplotě, vlhkosti, proudění vzduchu a na trénovanosti:

- Během výkonu pít pravidelně každých 15-20 minut 100-200 ml tekutin.
- Slazené nápoje nejsou během prvních 45 minut nutné.
- Koncentrace cukrů by měla být do 8% (glukóza, fruktóza, sacharóza, maltodextrin).
- Vhodné konzumovat cca 3 dl tekutin bezprostředně před zátěží.
- Směs ovocných nebo zeleninových šťáv ředit minerální vodou v poměru 1:3 až 1:6, v závislosti na trénovanosti a výkonu, čím vyšší trénovanost a výkon tím větší ředění.
- Pít neperlivé, vhodně temperované nápoje.
- Hypotonní nápoje se rychle vstřebají, ale často obsahují málo minerálních látek a energie.
- Ztráty minerálních látek se vyrovnají po zátěži (Stránský, Ryšavá, 2014).



## 3.4 Metody měření

### 3.4.1 Bioelektrická impedance (BIA)

Je relativně nová metoda používající se pro stanovení jednotlivých složek lidského těla, která se používá od 80. let. BIA je založena na šíření střídavého proudu o nízké intenzitě biologickými strukturami (nejčastěji jde o proud o 800 mA s frekvencí 50 kHz) (Havlíčková, 2003).

BIA je založena na tom, že tukuprostá hmota obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů je dobrým vodičem proudu, zatím co tuková tkáň se chová jako izolátor a špatný vodič. Pro určení množství podkožního tuku stačí jen několik sekund. Tato metoda je bezpečná, náklady na tuto metodu jsou relativně nízké a je zde i malá technická náročnost, také je využitelná v terénních podmínkách a nezatěžuje měřený subjekt. Na základě regresních rovnic je z hodnot impedance, eventuálně rezistence a reaktance vypočítáno buď procento tělesného tuku, aktivní tělesné hmoty či celkové tělesné vody. Do rovnic mohou vstoupit i jiné parametry jako je například věk, tělesná výška, tělesná hmotnost, pohlaví (Havlíčková, 2003).

Hodnota naměřených výsledků může být ovlivněna faktory, jako jsou tělesná teplota, stav hydratace a zásoby svalového glykogenu, které se projeví na naměřených hodnotách. Proto je důležité dbát na podmínky provádění testu, pokud nedojde ke kontrole doby hydratace, doby odstupu od tělesné aktivity a pokud dojde k příjmu potravy méně než 2 hodin před měřením, může nastat podhodnocení procenta tělesného tuku (Havlíčková, 2003).

### 3.4.2 Bodystat QuadScan 4000

Přístroj Bodystat QuadScan 4000 (viz Obrázek 3) je multifrekvenční analyzátor bioelektrické impedance, jedná se o rychlou, snadnou a neinvazivní metodu hodnocení tekutin a analýzy složení těla. Princip měření průtoku proudu přes tělo (impedance) je závislé na použité frekvenci. Přístroj měří impedanci při 5, 50, 100, 200 kHz. Při měření impedance na 5 kHz a 200kHz společně s použitím prediktivní rovnice je možné odhadnout extracelulární vodu, celkovou tělesnou vodu, odpočtem i intracelulární vodu, u měření při 50 kHz a použitím rovnice Bodystat Body Fat můžeme určit svalovou hmotu a suchou svalovou hmotu. Složení těla je stanoveno pomocí prediktivních rovnic. Pro prediktivní rovnice je potřeba zadat tělesnou výšku, váhu a věk. Při měření je

důležité dbát na správné umístění elektrod (na ruce, nártu) a dodržení zásad měření (Bodystat, 2013).

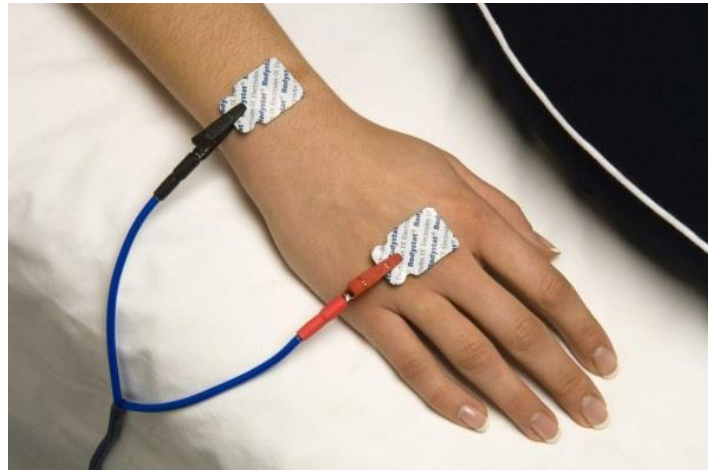
Přístroj měří:

- Celkovou tělesnou vodu (TBW, total body weight), extracelulární vodu (ECW, extracellular water), intracelulární vodu (ICW, intracellular water).
- Aktivní tělesnou hmotnost (ATH).
- Procento a hmotnost svalové tkáně.
- Procento a hmotnost tukové tkáně.
- Bazální metabolickou potřebu (BMR, basal metabolic ratio).
- BMI (body mass index).
- Poměr pasu a boků (WHR, waist hip ratio) (Bodystat, 2016).

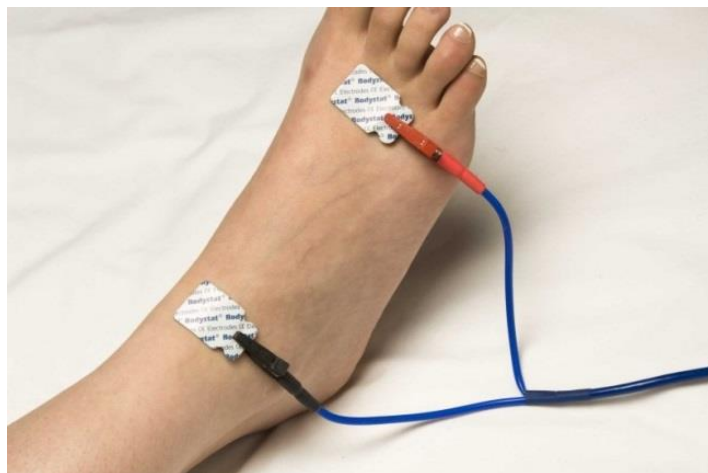


**Obrázek 3: BodyStat QuadScan 4000**  
(<http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-1>)

Přístroj snímá dané hodnoty pomocí 2 páru elektrod, které jsou umístěny na pravé polovině těla, aby došlo k eliminaci průchodu proudu přes srdce. Elektrody mají červené a černé konektory. Černé konektory jsou umístěny na zápěstí a kotníku a červené v oblasti záprstí ruky (Obrázek 4) a nohy (Obrázek 5) (Bodystat, 2013).



**Obrázek 4: Umístění elektrod na hřbetu pravé ruky**  
(<http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-3>)



**Obrázek 5: Umístění elektrod na hřbetu pravé nohy**  
(<http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-2>)

Pravidla správného měření:

- Nedoporučuje se měřit těhotné ženy a osoby s elektronickým implantátem.
- Žádné jídlo 4 až 5 hodin před daným měřením.
- Žádná fyzická námaha 12 hodin před měřením.
- Nekonzumovat alkohol ani kofein (kofein vyjma minimálních dávek) 24 hodin před tělesnou analýzou.
- Provádět měření na stejné osobě v přibližně stejnou dobu a za stejných podmínek jako probíhala předchozí měření (Bodystat LTD, 2000).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

V následující kapitole bude popsána materiál a metodika, které byly použity pro praktickou část diplomové práce.

### 4.1 Materiál

Měření bylo zaměřeno na sledování tělesných parametrů mužů, volejbalistů TJ Tesla Brno pomocí bioelektrické impedance. Měření se účastnilo 11 mužů, ve věku od 20 - 26let. Jednotliví probandi byli buď studenti, nebo pracující.

### 4.2 Metodika

Měření probíhalo na přístroji Bodystat QuadScan 4000 (BODYSTAT, British Isles, LIMITED, Velká Británie) v prostorech sportovního areálu TJ Tesla Brno.

Měření probíhalo během jednoho roku v různých fázích volejbalové sezóny (1. měření - příprava na sezónu, 2. měření - vrchol sezóny, 3. měření - období po konci sezóny, 4. měření - během sezóny). První měření proběhlo v listopadu 2014 druhé měření v březnu 2015, třetí měření v červenci 2015 a poslední v prosinci 2015.

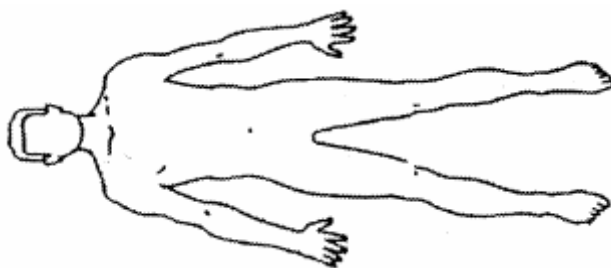
Průměrný počet tréninků během sezóny (prosinec až březen) byl 3x týdně + 2 volejbalové zápasy během víkendu. Bezprostředně po konci sezóny následovaly dva měsíce bez jakýchkoliv tréninků (duben, květen), v dalším období po konci sezóny (červen - červenec) byl počet tréninků snížen na 1x za týden. V přípravném období, které bylo zaměřené na zvyšování kondice (srpen až listopad) byl počet tréninků navýšen na 4x za týden a k tomu volejbalisté absolvovali 1x přátelské utkání každý víkend. Před měřením byly dodrženy zásady typu nejíst a nepít alespoň 4 hodiny před měřením, žádná fyzická námaha 12 hod před měřením a nepít alkohol 24 hodin. Před každým měřením byla provedena kontrola dodržování daných zásad. Před měřením si každý proband odstranil všechny kovové materiály (prstýnky, řetízky, náramky).

Ze získaných hodnot po měření na daném přístroji byly pro výzkum použity ATH (aktivní tělesná hmotnost) a tuková tkáň, přepočítány na  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  a procenta.

#### 4.2.1 Měření na přístroji Bodystat QuadScan 4000

Nejdříve byly od testované osoby zjištěny vstupní informace (věk, tělesná výška, tělesná hmotnost a faktor fyzické aktivity). Tyto údaje byly zadány do přístroje. Poté následovalo měření tělesných obvodů (obvod pasu a boků). Pro toto měření byl použit metr se skelnými vlákny. Poté proběhla kontrola dodržení pravidel měření.

Samotné měření probíhalo vleže, v poloze, která je uvedena na Obrázku 6. Testovanému subjektu byla ořena plocha na zápěstí a nártu, na pravé ruce a noze, 96% lihem a poté byly připojeny páry elektrod (způsob připojení elektrod viz.kapitola 3.4.2). Při měření testovaný subjekt nesměl mluvit a musel být v klidu.



**Obrázek 6: Poloha subjektu při měření  
(BODYSTAT, LTD).**

#### 4.2.2 Statistické metody

Pro statistické vyhodnocení daného měření byly použity metody Duncanův test a kvadratická regrese v programu Statistica Cz, verze 12.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

V další části práce budou slovně vyhodnoceny výsledky jednotlivých měření získaných na přístroji BodyStat QuadScan 4000. Výsledky byly zpracovány v programu Statistica Cz, verze 12 a Microsoft Excel 2010.

Z hodnot, které byly naměřeny pomocí přístroje Bodystat, byly sledovány jednotlivé parametry, které jsou zobrazeny v Tabulce 6.

Tabulka 6: Průměrné hodnoty sledovaných parametrů s danou směrodatnou odchylkou (SD) v 1. až 4. měření

	1. měření ( $x \pm SD$ )	2. měření ( $x \pm SD$ )	3. měření ( $x \pm SD$ )	4. měření ( $x \pm SD$ )
Fáze sezóny	Před začátkem sezóny	Vrchol sezóny	Po konci sezóny	Během sezóny
Tuk %	13,15 ± 2,06	14,12 ± 2,45	15,02 ± 1,48	16,62 ± 2,14
Tuk kg	11,33 ± 2,29	12,20 ± 2,57	13,15 ± 1,71	15,32 ± 2,54
ATH %	86,85 ± 2,06	85,87 ± 2,44	85,54 ± 1,31	83,22 ± 2,19
ATH kg	74,35 ± 2,96	73,77 ± 3,49	74,99 ± 3,74	75,14 ± 3,89

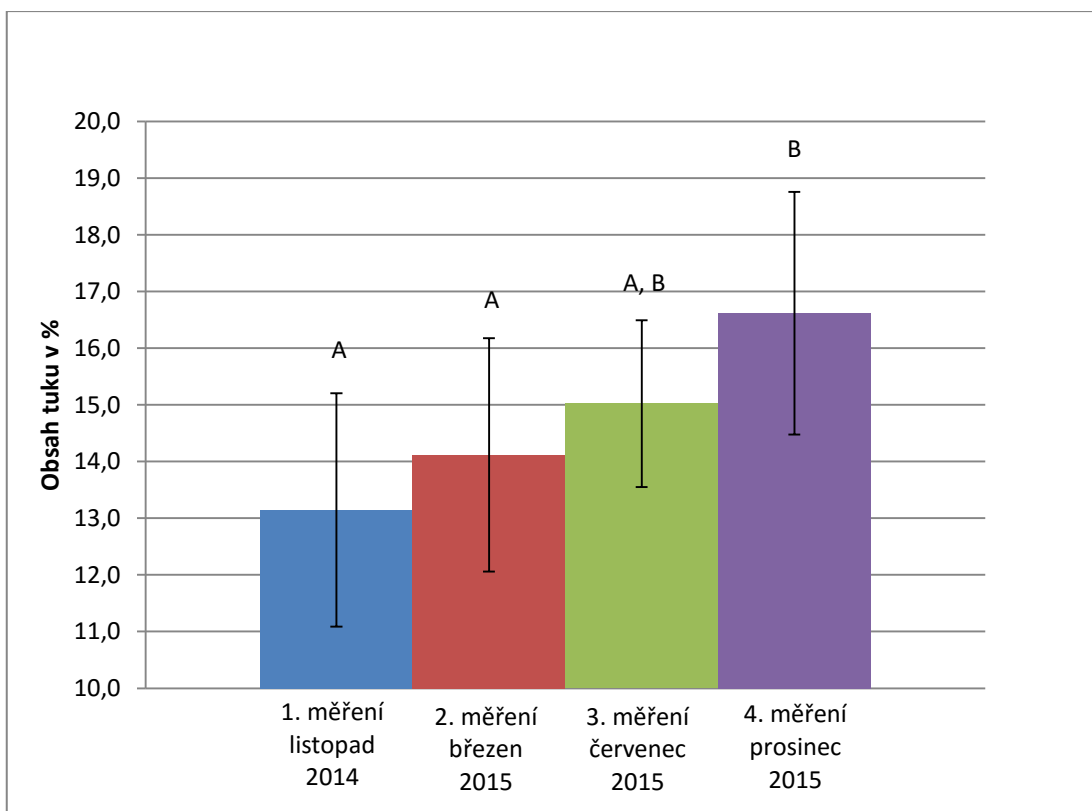
*( $x$  = průměrná naměřená hodnota,  $SD$  = směrodatná odchylka)*

Tabulka 7: Fáze sezóny a četnost fyzické zátěže

	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
Období	Listopad 2014	Březen 2015	Červenec 2015	Prosinec 2015
Fáze sezóny	Před začátkem sezóny	Vrchol sezóny	Po konci sezóny	Během sezóny
Četnost fyzické zátěže	Trénink 4x týdně a každý víkend jedno přátelské utkání.	3x týdně trénink a 2 volejbalové zápasy během víkendu (období duben-květen absence tréninků, červen postupné zařazení tréninků 1x týdně)	Tréninky 1x týdně spíše lehčího charakteru	3x týdně trénink a 2 zápasy o víkendu
Typ tréninku	Kondiční, zaměřený na budování kondice a svalové síly.	Herní, zaměřený na rozvoj technických dovedností jednotlivce a nácvik herních situací.	Lehčího charakteru, postupné seznamování s hrou.	Herní, zaměřený na rozvoj technických dovedností jednotlivce a nácvik herních situací.

Obrázky, (Obrázek 7 – Obrázek 14) které jsou uvedeny níže, zobrazují rozdíl mezi průměry naměřených hodnot za pomoci přístroje BodyStat QuadScan 4000 v 1. až 4. měření (listopad 2014 až prosinec 2015) vybrané skupiny volejbalistů.



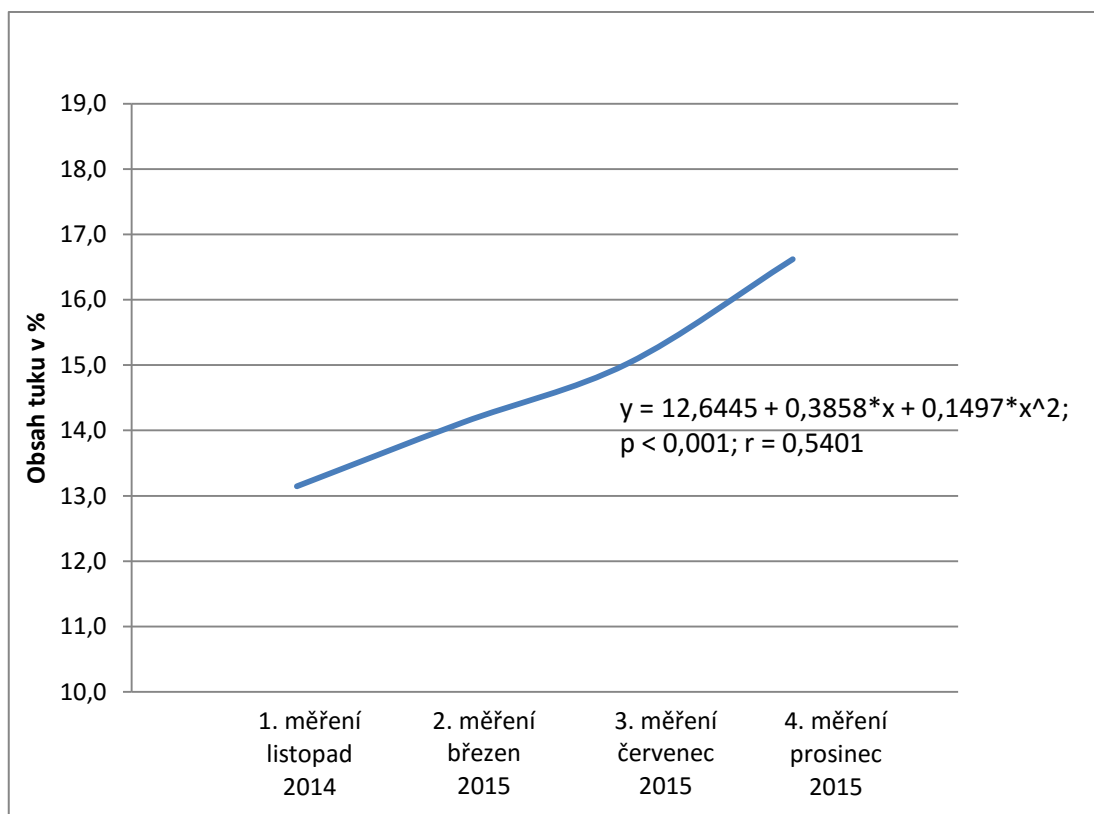


**Obrázek 7: Průměrné množství tělesného tuku v % při 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší ( $p < 0,05$ ).**

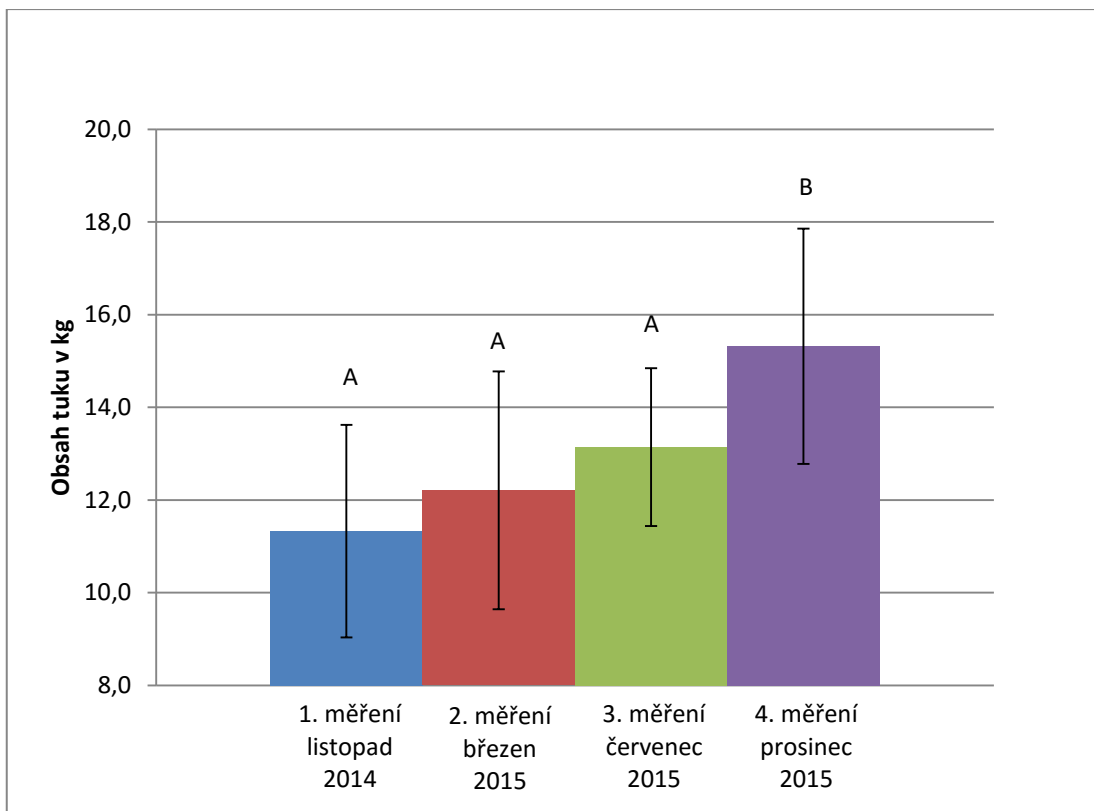
Průměrné množství tělesného tuku v %, naměřené během jednotlivých fází sezóny, se u skupiny volejbalistů pohybovalo v rozmezí  $13,15 \% \pm 2,06$  (1. měření - období před začátkem sezóny) -  $16,62 \% \pm 2,14$  (4. měření – během sezóny).

Z Obrázku 7 vyplývá, že nejnižší hodnoty tuku (%) byly zjištěny ( $p < 0,05$ ) před zahájením sezóny (měření č. 1) a na vrcholu sezóny (měření č. 2).

Při sledování testované skupiny volejbalistů během volejbalové sezóny (před začátkem sezóny, na vrcholu sezóny, po konci sezóny a během sezóny) bylo zaznamenáno postupně se zvyšující množství tělesného tuku v %. Tyto změny se ukázaly jako statisticky průkazné ( $p < 0,001$ ).



**Obrázek 8: Hodnoty tělesného tuku v % na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).**



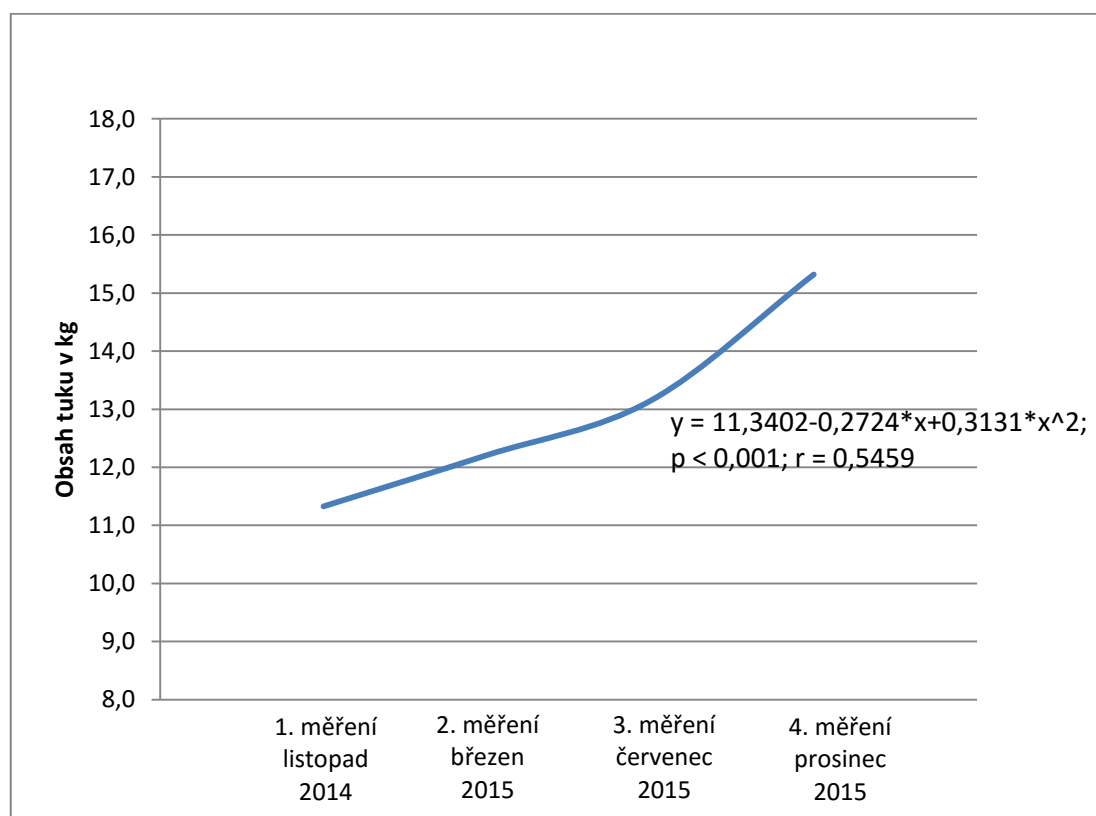
**Obrázek 9: Průměrné množství tuků v kg během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší ( $p < 0,05$ ).**

Průměrná hodnota tukové tkáně v kg u dané skupiny volejbalistů se nacházela v rozmezí  $11,33\text{kg} \pm 2,29$  u 1. měření (před začátkem sezóny), u 2. měření (vrchol sezóny)  $12,20\text{ kg} \pm 2,57$ , ve 3. měření (po konci sezóny) byla její hodnota  $13,15\text{ kg} \pm 1,70$  a v posledním měření (během sezóny)  $15,32\text{ kg} \pm 2,54$ .

Z Obrázku 9 je patrné, že naměřené hodnoty měření č. 1, 2, 3 se průkazně statisticky liší ( $p < 0,05$ ) od měření č. 4

Z Obrázku 10 vyplývá, že během jednotlivých měření v rámci volejbalové sezóny (listopad 2014 až prosinec 2015) došlo k postupnému nárůstu tukové tkáně měřené v kg. Tento nárůst se ukázal jako statisticky signifikantní ( $p < 0,001$ ).

Dle Muth (2009) by se normální hladina tělesného tuku u sportujících mužů měla pohybovat v rozmezí 14-17 %. McArdle a kol. (2015) dokonce uvádí nejnižší hodnoty jako horní hranici normy, jedná se o hranici 15 %. První tři měření splňují normu podle Muth, avšak hodnoty 4. měření se pohybují v horní hranici tohoto rozmezí. Hranici 15 % dle McArdle a kol., splňují měření č. 1 a 2, ve třetím měření došlo k nepatrnému přesáhnutí ( $15,02 \% \pm 1,48$ ), poslední měření tuto normu nesplňuje, překračuje ji o  $1,62 \% \pm 2,14$ .



**Obrázek 10: Hodnoty tělesného tuku v kg na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).**

V rámci ročního měření, které probíhalo v jednotlivých fázích volejbalové sezóny, bylo zaznamenáno postupné zvyšování tuků jak v % tak v kg. Při měření č. 1 bylo naměřeno množství tělesného tuku v průměru  $13,15 \% \pm 2,057$  a při posledním měření  $16,62 \% \pm 2,14$ . Dle Vilikuse a kol. (2015) by se optimální množství tuku u mužů mělo být v rozmezí 14-15,9 %. Toto rozmezí bylo dodrženo vyjma posledního měření.

Díky postupnému zvyšování množství tělesného tuku dochází k vyvrácení hypotézy, že nejnižší množství tukové tkáně se nachází v období na vrcholu sezóny (2. měření).

Pozvolný nárůst během jednotlivých měření může být způsoben jednotlivými fázemi roku, kdy první měření proběhlo bezprostředně po skončení přípravné části sezóny, která byla zaměřena především na budování kondice. Druhé měření proběhlo na vrcholu sezóny, kde byly tréninkové jednotky zaměřeny spíše na herní činnosti a technické dovednosti než na kondici, čemuž připisujeme zvýšení obsahu tuků v těle. Třetí měření bylo ve fázi po konci sezóny a pozvolné přípravě na sezónu novou (snížení objemu tréninkových jednotek). Nejvyšší hodnoty tělesného tuku nám vyšli při posledním měření, což bohužel vyvrací předchozí domněnky. Podobných výsledků dosáhla studie Pleskotové (2010), kdy bylo také zaznamenáno nejmenší množství tělesného tuku v předzávodním období.

Dle Novotného a kol. (2013) je nárůst tukové složky způsoben nedostatečnou pohybovou aktivitou, což může být jedna z příčin zvýšeného množství tuku u měření č. 3 (období po konci sezóny), kdy tréninky neprobíhaly vůbec (duben až červen) a poté 1x týdně (červenec). Pohybová aktivita závisela jen na vlastní aktivitě probanda.

Na nárůst tukové tkáně mohl mít také vliv různý typ pracovního zaměření (pracující, student), kdy studenti měli větší čas na odpočinek, regeneraci a obnovu svalů, než probandi patřící do skupiny pracujících. Dovalil a kol. (2005) udává, že při absolvování náročnější sportovní přípravy a v následné snaze udržení si co nejvyšší výkonnosti hraje velkou roli regenerace psychofyzických sil.

Vysoké množství tělesného tuku během posledního měření (prosinec 2015) mohlo být způsobeno větším výskytem nemocí (období chřipkové sezóny), probandi byli vystaveni tomuto onemocnění, a ti kteří neměli dostatečnou imunitu, toto onemocnění prodělali, a byli nuceni na několik týdnů vynechat tréninkové jednotky i zápasy.

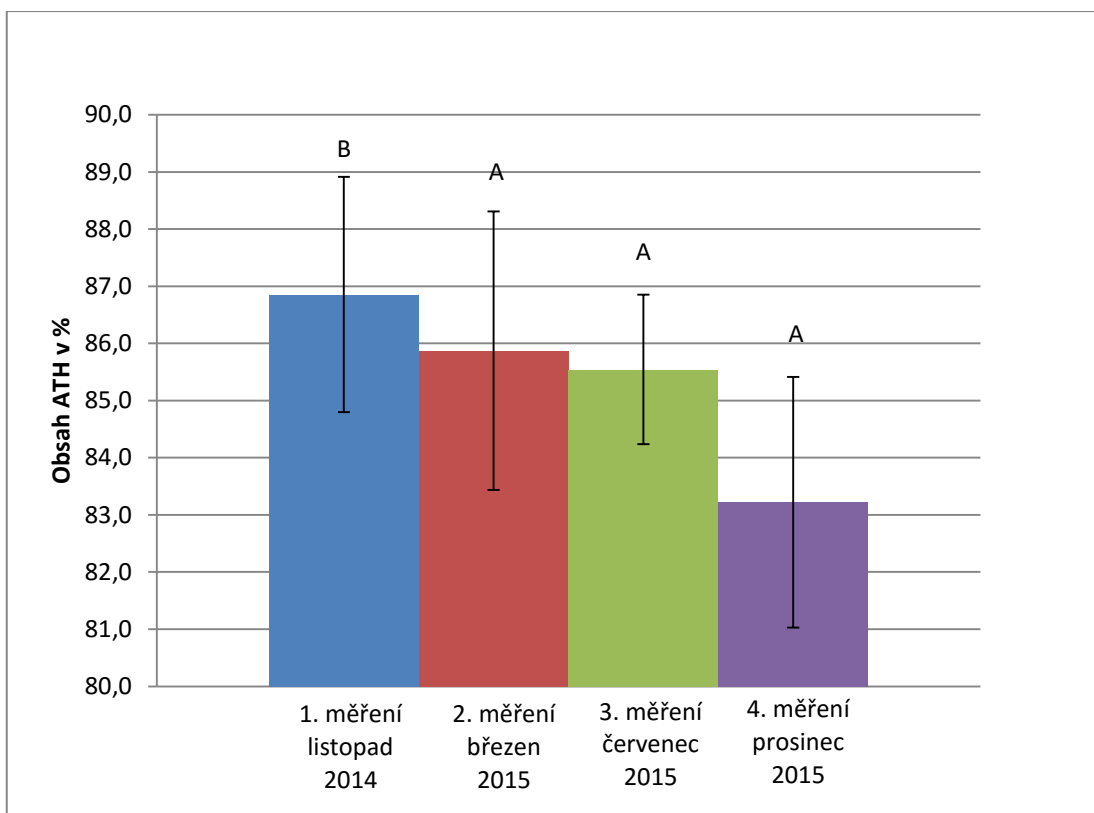
Nárůst tukové tkáně při měření během sezóny (prosinec 2015) mohl být také způsoben snížením tréninkových jednotek a nedostatečným dodržováním zásad zdravé výživy (konzumace nadměrného množství sladkých i slaných pochutin) v období vánočních svátků.

Vzestup tukové tkáně v období po konci sezóny Ostojic (2003) vysvětluje změnou intenzity tréninků, snížením aerobní aktivity testovaných jedinců a díky změnám ve složení jídel. Nejnižší množství tělesného tuku bylo zjištěno v období vrcholu sezóny a nejvyšší v období po sezóně a před začátkem sezóny další.

Nejmenší množství tělesného tuku při měření č. 1 (listopad 2014) mohlo být způsoben ročním obdobím, kdy před obdobím zimy je množství tělesného tuku nejnižší a naopak v období zimy (měření č. 4 prosinec 2015) se množství tělesného tuku zvyšuje i z fyziologického hlediska, kdy se tělo připravuje na období zimy a ve snaze zachování co nejvyšší tělesné teploty zvyšuje množství tělesného tuku.

Gonzáles-Ravé a kol., (2011) ve své studii zkoumali změny tělesného složení během sezóny u skupiny elitních volejbalových hráček. (Předpokládáme, že změny v tělesném složení budou podobné jako při testování elitních volejbalových hráčů). U těchto jedinců bylo po provedení všech měření, zjištěno snížení množství tělesného tuku a zvýšení množství ATH v průběhu sezóny. U našich testovaných jedinců bylo nejnižší množství tukové tkáně a nejvyšší množství ATH v období před začátkem sezóny a během sezóny došlo k mírnému poklesu hodnot ATH a zvýšení tělesného tuku, což se úplně neshoduje s výsledky studie Gonzáles-Ravé.

Búska a Lipiňská ve své studii (2010/2011) došli ke zcela odlišným výsledkům. Během ročního nebyl zjištěn nárůst svalové hmoty a množství tělesného tuku dosahovalo při prvním měření (před začátkem sezóny) nejvyšších hodnot a během sezóny došlo k jeho postupnému poklesu, což je zcela opačný vývoj tělesného složení oproti měření, které jsme prováděli. (Předpokládáme, že při měření ATH, která zahrnuje svalovou a kostní tkáň, došlo ke změně ve složení svalové tkáně a kostní tkáň zůstala nezměněna).

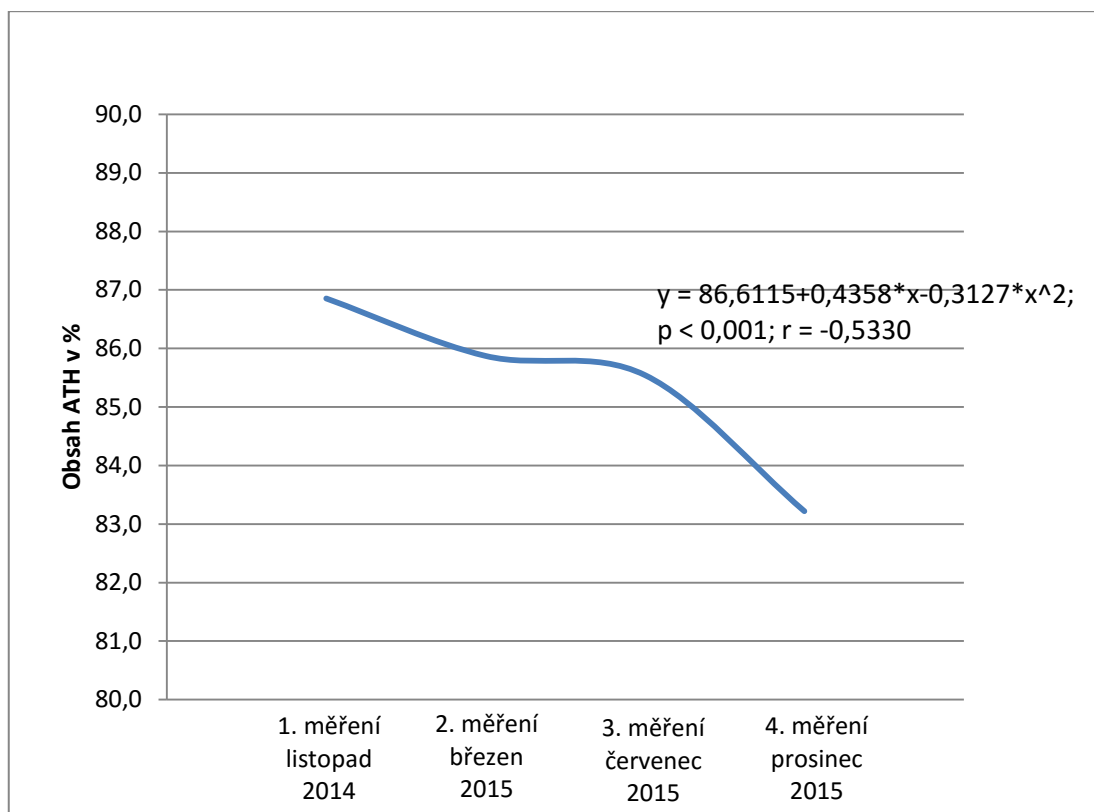


**Obrázek 11: Průměrné množství ATH v % během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší ( $p < 0,05$ ).**

Průměrné hodnoty ATH (%) u jednotlivých měření byly 86,85 %  $\pm$  2,06 (1. měření – před začátkem sezóny), 85,87 %  $\pm$  2,44 (2. měření – vrchol sezóny), 85,54%  $\pm$  1,31 (3. měření – po konci sezóny) a 83,22 %  $\pm$  2,19 (4. měření – během sezóny).

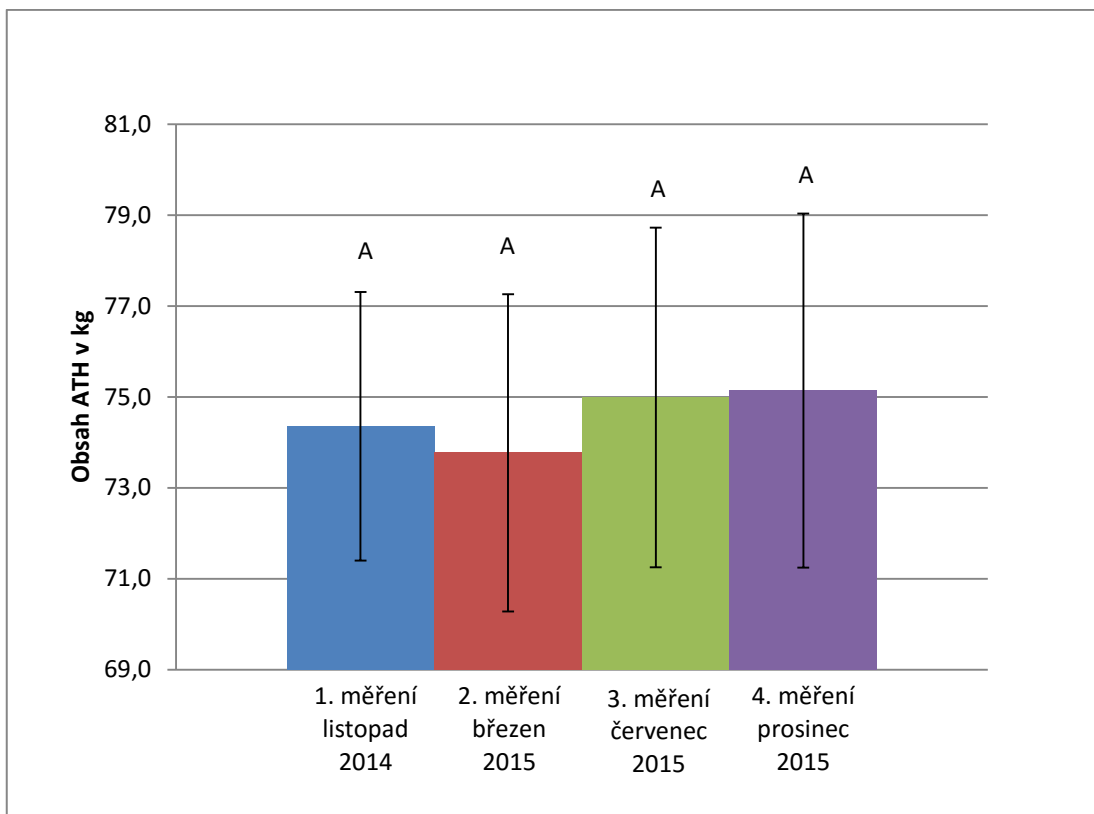
Z výsledného Obrázku 11 vyplývá, že průměrná hodnota ATH (%) se u provedených měření č. 2, 3 i 4 průkazně statisticky liší ( $p < 0,05$ ) od průměrné hodnoty měření č. 1.

Z výsledků jednotlivých měření (před začátkem sezóny, vrchol sezóny, po skončení sezóny, během sezóny) je zřejmé, že docházelo k postupnému snižování množství ATH v průběhu volejbalové sezóny. Postupné snižování ATH se ukázalo jako statisticky průkazné ( $p < 0,001$ ).



**Obrázek 12 : Hodnoty ATH v % na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).**



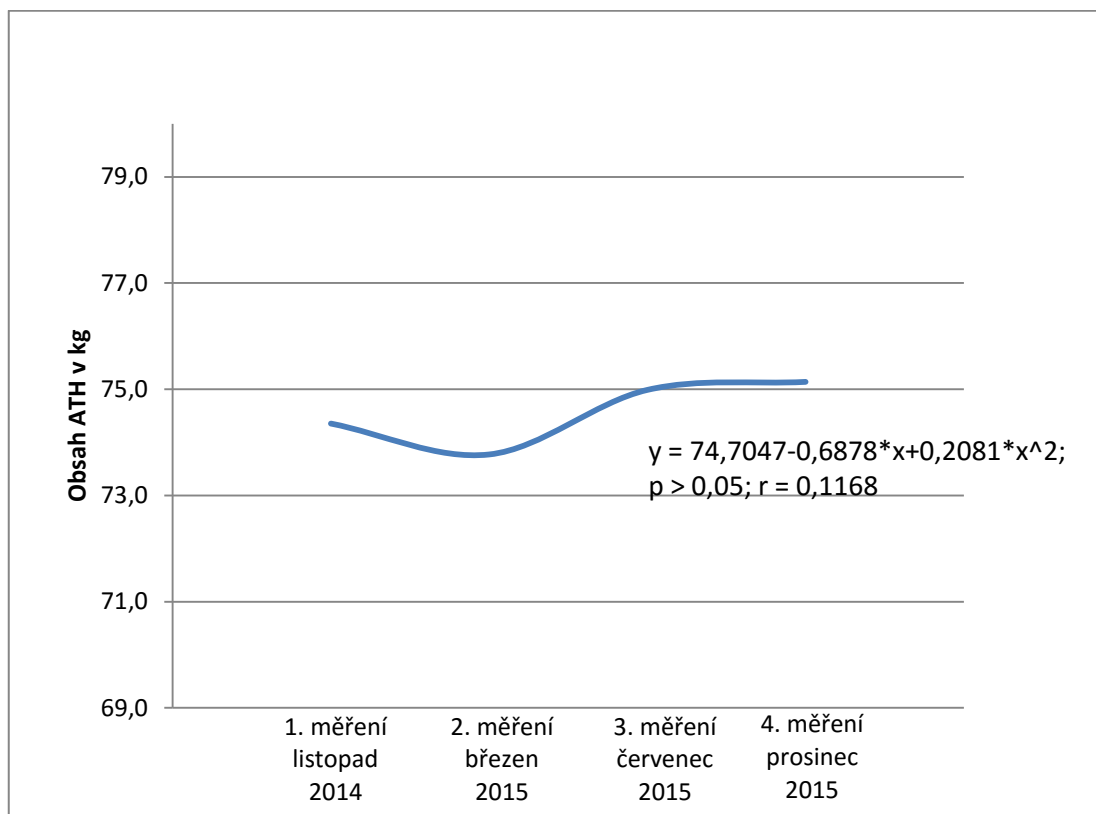


**Obrázek 13: Průměrné množství ATH v kg během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).** Průměry označené stejnými indexy (A, A) se od sebe statisticky průkazně neliší ( $p > 0,05$ ).

Průměrné naměřené hodnoty ATH (kg) dané skupiny sportovců se pohybovaly v rozmezí  $74,35 \text{ kg} \pm 2,96$  u měření č. 1 (před začátkem sezóny) –  $75,14 \text{ kg} \pm 3,89$  u měření č. 4 (během sezóny).

Z daného Obrázku 13 plyne, že průměrné výsledky měření aktivní tělesné hmoty (kg) se od sebe statisticky průkazně neliší ( $p > 0,05$ ).

Z Obrázku 14 je patrné, že docházelo ke změnám v množství ATH v kg v průběhu celého ročního měření. Tyto výsledky z jednotlivých měření dle programu statistika ovšem nemůžeme považovat za statisticky průkazné ( $p > 0,05$ ).



**Obrázek 14: Hodnoty ATH v kg na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).**

Dle Nováka (2013) by hodnoty aktivní tělesné hmotnosti u sportujících osob (mužů) měly dosahovat 75 kg a více. Měření č. 3, 4 tuto hodnotu splňují. U prvních dvou měření je hodnota mírně nižší.

U testované skupiny volejbalistů probíhalo také měření obsahu ATH. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny při 1. měření (před začátkem sezóny)  $86,85 \% \pm 2,06$  a nejnižší při posledním měření (během sezóny)  $83,22 \% \pm 2,19$ . Bodystat (2016) uvádí normální hodnoty ATH v rozmezí 82 - 88 %. Toto rozmezí bylo dodrženo u všech měření.

Předpokládalo se, že největší množství ATH se bude vyskytovat v období na vrcholu sezóny tedy v březnu (2. měření), kdy byly tréninky 4x týdně, o víkendu dva zápasy. Tento předpoklad se nám nepotvrdil.

Nejvyšší množství ATH, které bylo naměřeno u měření č. 1, může být způsobeno odlišným zaměřením tréninkových jednotek. Kdy v období před začátkem sezóny (srpen až listopad) bylo zaměřeno především na rozvoj kondice a budování svalové síly. Dle Vaváka (2011) v období říjen až listopad vrcholí rozvoj svalové síly, jedná se o období maximálních zátěží.

Dle studie Psotty a kol. (2012) dochází v přípravném období ke snížení množství tělesného tuku a zvýšení ATH. Během sezóny následně dochází k pozvolnému zvyšování množství tuků a snižování ATH až se dostáhne hodnoty před začátkem přípravy.

Věk jednotlivých probandů může hrát roli v rychlosti budování a udržení ATH. U mladších jedinců z testované skupiny může docházet k rychlejší tvorbě svalů a k většímu rozvoji svalové síly než u starších jedinců. Riegrová a kol. (2010) ve své studii udává postupné snižování ATH s narůstajícím věkem zkoumaných probandů. Podobné výsledky ve změnách ATH v závislosti na věku ve své vědecké studii udává i Bose a kol. (2006).

Postupný úbytek ATH mohl být způsoben i odlišným pracovním zařazením (student, pracující), kdy pracující jedinci mohli být vystaveni většímu množství stresu a povinností, což mohlo mít za následek nedostatečnou regeneraci a mohlo u nich nastat i hladovění (z nedostatku času se najíst během pracovní doby), které mohlo mít vliv na úbytek svalové tkáně.

U probandů, kteří patřili do skupiny studentů, mohl být úbytek ATH způsoben i nedostatečnou stravou, kdy většina z těchto probandů bydlí mimo domov a stravuje se sama a nedbá tolik na dostatečný příjem všech živin (především bílkovin) důležitých pro rozvoj ATH.

Astorino a kol. (2004) ve své studii zaznamenali snížení tělesného tuku v přípravném období a v období sezóny oproti období po skončení sezóny. Také bylo zaznamenáno postupné snižování svalové síly. Nejnížší hodnoty tělesného tuku v předzávodním a závodním období byly zaznamenány i během našeho výzkumu.

Dle výzkumu Ostojice (2003) se nejvyšší množství ATH vyskytuje v období před začátkem sezóny a během sezóny, v období po konci sezóny bylo zaznamenáno snížení ATH. V rámci našeho výzkumu byl také zaznamenán pokles ATH v období po konci sezóny (červenec 2015) a nejvyšší nárůst v období před začátkem sezóny (listopad 2014).

Silvestre a kol. (2006) ve své studii zaznamenali postupný nárůst beztuké tkáně v rámci sezóny, tento nárůst byl spojen se zvyšující se intenzitou tréninkových jednotek. Došli také k závěru, že jedinci, kteří do sezóny vstupují s vysokou fyzickou zdatností, mají lepší predispozice pro zlepšené tělesné složení či zachování stávajícího složení. Naše studie potvrzuje tvrzení Silvestra a kol., o vlivu intenzity tréninků na zvýšení množství ATH, kdy při měření č. 1 (období před začátkem sezóny, listopad 2014) bylo zaznamenáno nejvyšší množství ATH. V tomto období byla zvýšená intenzita tréninků věnujících se především rozvoji kondice a svalové síly.

Vyvrácení stanovených hypotéz mohlo být způsobeno variabilitou ve volnočasových aktivitách testované skupiny, dále pak rozdílnou věkovou kategorií, nedostatečným množstvím testovaných jedinců, výskytem nemocí u jednotlivých probandů a nekázní při dodržování zdravého životního stylu.

## 6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo v literární rešerši stručně zpracovat poznatky o základních složkách lidského těla, fyziologii tělesné zátěže u daného sportu a popsat vhodné stravovací návyky pro sportovce. Všechny tyto cíle byly zpracovány v teoretické části.

Dalším cílem bylo sledovat množství tělesného tuk a aktivní tělesné hmoty volejbalistů oddílu TJ Tesla Brno během volejbalové sezóny a zaznamenat rozdíly ve změně tělesného složení. První měření proběhlo v listopadu 2014 (před začátkem sezóny) a poslední v prosinci 2015 (během sezóny). Předpokládalo se, že nejnižší množství tělesného tuků a nejvyšší množství ATH bude na vrcholu sezóny (2. měření) a naopak nejvyšší množství tělesného tuku a nejnižší množství ATH bude v období po konci sezóny (3. měření).

Během jednotlivých měření došlo k postupnému nárůstu množství tělesného tuku z  $13,15 \% \pm 2,057$  (1. měření)  $16,62 \% \pm 2,14$  (při posledním měření) a také k úbytku ATH z  $86,85 \% \pm 2,06$  na  $83,22 \% \pm 2,19$  při posledním měření. Tímto nedošlo k potvrzení našich hypotéz o nejnižším množství tuku a nejvyšším množství ATH v období vrcholu volejbalové sezóny (měření č. 2 – březen 2015) a nejvyšším množství tuků a nejnižším množství ATH po konci sezóny (měření č. 3 – červenec 2015). Nejvyšší množství tuků a nejnižší množství svalů bylo naměřeno při 4. měření (během sezóny – prosinec 2015).

Vyvrácení hypotéz mohlo být způsobeno nedostatečným množstvím testovaných probandů, nedostatečně vysokou fyzickou zátěží, variabilitou profesí (student, pracující, kdy student měl lehčí fyzickou aktivitu a větší čas na regeneraci a odpočinek než pracující). Dále variabilitou ve volnočasových aktivitách testované skupiny, rozdílnou věkovou kategorií a nekázní při dodržování zdravého životního stylu.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

BENEŠ J., KYMPLOVÁ J., VÍTEK F. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2015. 224 s. ISBN 978-80-247-4712-5.

BERNAČIKOVA M. *Regenerace a výživa ve sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. 252 s. ISBN 978-80-210-6253-5.

BODYSTAT, LTD. *Multifrekvenční technologie bioelektrické impedanční analýzy: Uživatelská příručka k přístroji*. Verze 3/07. 2000. 12 s.

BOSE, K., BOSSI, S., CHAKRABORTY, F. *Age variations in anthropometric and body composition characteristics and underweight among male Bathudis a tribal population of Keonjhar, District, Orissa, India*. Coll. Antropol., 2006, no. 30/4, p. 771775.

BURKE L. *Practical sports nutrition*. Champaign: Human Kinetics, 2007. 554 s. ISBN 978-0-7360-4695-4.

BURKE L., MAUGHAN R. *Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu*. Praha: Galen, 2006. 311 s. ISBN 80-7262-318-4.

CALDER P.C. *Nutrition and immune function*. New York: CABI Pub. in association with the Nutrition Society, 2002. Frontiers in nutritional science, no. 1. 426 s. ISBN 0-85199-583-7.

ČÍSAŘ V. *Volejbal: technika a taktika hry: přípravná cvičení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 165 s. ISBN 80-247-0502-8.

CLARK N. *Sportovní výživa: pro pěknou postavu, dobrou kondici, výkonostní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 266s. ISBN 80-247-9047-5.

CLARK N. *Nancy Clark's sports nutrition guidebook*. 4th ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 2014. 520 s. ISBN 978-1-4504-5993-8.

ČIHÁK R. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustrace Ivan Helekal, Jan Kacvinský, Stanislav Macháček. Praha: Grada, 2011. 692 s. ISBN 978-80-247-3817-8.

DIMON T. a QUALTER J. *Anatomy of the moving body: a basic course in bones, muscles, and joints*. 2nd ed. Berkeley, Calif.: North Atlantic Books, 2008. 280 s. ISBN 978-155-6437-205.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 3. dotisk 1. vyd. Praha: Olympia, 2005. 336 s. ISBN 80-7033-760-5

DYLEVSKÝ I. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ I. *Základy funkční anatomie*. Olomouc: Poznání, 2011. 332 s. ISBN 978-80-87419-06-9.

DYLEVSKÝ I. *Základy funkční anatomie člověka*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. 213 s. ISBN 978-80-01-05249-5.

FANTUZZI G. a MAZZONE T. *Adipose tissue and adipokines in health and disease*. Second edition. New York: Humana Press, 2014. Nutrition and health (Totowa, N.J.). 442 s. ISBN 16-270-3769-1.

GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.

GRASGRUBER P. a CACEK J. *Sportovní geny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008. 384 s. ISBN 978-80-251-1873-3.

GROFOVÁ Z. *Nutriční podpora: praktický rádce pro sestry*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007. Sestra (Grada). 237 s. ISBN 978-80-247-1868-2.

GROPPER S.S. *Advanced nutrition and human metabolism*. 6th Ed. Belmont, OH: Cengage Learning, 2012. 608 s. ISBN 978-113-3104-056.

HAINER V. *Základy klinické obezitologie*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. 442 s. ISBN 978-80-247-3252-7.

HAVLÍČKOVÁ L. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum, 2003. 203 s. ISBN 80-7184-875-1.

HAVLÍK J. a MAROUNEK M. *Živiny a živinové potřeby člověka: učebnice pro studenty ČZU v Praze*. 2. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2013. 131 s. ISBN 978-80-213-2374-2.

JABOR A. *Vnitřní prostředí*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 560 s. ISBN 978-80-247-1221-5.

JOUKAL M. a HORÁČKOVÁ L. *Anatomie pohybového systému pro fyzioterapeuty*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013. 91 s. ISBN 978-80-210-6602-1.

KASTNEROVÁ M. *Poradce pro výživu*. 1. vyd. České Budějovice: Nová Forma, 2011. 383 s. ISBN 978-80-7453-177-4.

KASTNEROVÁ M. *Poradce zdravého životního stylu*. 1. vyd. České Budějovice: Nová Forma, 2012. 387 s. ISBN 978-80-7453-250-4.

KITTNAR O. *Lékařská fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 800 s. ISBN 978-80-247-3068-4.

KLIMEŠOVÁ I. A STELZER J. *Fyziologie výživy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. 176 s. ISBN 978-80-244-3280-9.



KOHLMEIER M. *Nutrient Metabolism: Structures, Functions, and Genes*. Second edition. Oxford: Academic Press is an imprint of Elsevier, 2015. 898 s. ISBN 978-0-12-387784-0.

KOMPRDA T. *Základy výživy člověka*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 162 s. ISBN 80-715-7655-7.

KOMPRDA T. *Výživou ke zdraví*. Vyd. 1. Velké Bílovice: TeMi CZ, 2009, 110 s. ISBN 978-80-87156-41-4.

KONOPKA P. *Sportovní výživa*. České Budějovice: Kopp, 2004. Průvodce sportem. 125 s. ISBN 80-723-2228-1.

KUNOVÁ V. *Zdravá výživa*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2004. Zdraví. 140 s. ISBN 80-247-0736-5.

LANGMEIER M.. *Základy lékařské fyziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 320 s. ISBN 978-80-247-2526-0.

LÜLLMANN-RAUCH R.. *Taschenlehrbuch Histologie 10 Tabellen*. 3., vollst. überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme, 2009. 694 s. ISBN 978-313-1292-438.

MACH I. *Doplňky stravy: jaké si vybrat při sportu i v každodenním životě*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. Fitness, síla, kondice. 176 s. ISBN 978-80-247-4353-0.

MANDELOVÁ L. a HRNČIŘÍKOVÁ I. *Základy výživy ve sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007. 72 s. ISBN 978-80-210-4281-0.

MCARDLE W. D, KATCH F.I a KATCH V.L. *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Eighth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams, 2015. 1068s. ISBN 14-511-9155-3.

MELICHNA J. Odbíjená. IN Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část – 1. díl. Praha: FTVS UK, Karolinum, 1993. 162 s. ISBN: 80-7066-816-6.

MERKUNOVÁ A. a OREL M. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). 304 s. ISBN 978-80-247-1521-6.

MINDELL E. a MUNDIS H. *Earl Mindell's new vitamin bible*. Rev. and updated. New York: Grand Central Life, 2011. 608 s. ISBN 978-044-6561-983.

NAVRÁTIL L. *Vnitřní lékařství: pro nelékařské zdravotnické obory*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 424 s. ISBN 978-80-247-2319-8.

NOVOTNÝ J. *Biologické ukazatele odezvy a adaptace na zátěž, únavy a regenerace sil*. Brno: Fakulta sportovních studií. 2013. 37s

PASTUCHA D. *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014. 290 s. ISBN 978-80-247-4837-5.

PLESKOTOVÁ Z., 2010: *Tělesné složení a stravovací zvyklosti triatlonistů*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Ivana KINKOROVÁ.

PSOTTA R. a kol. *Změny svalové síly a anaerobní a aerobní výkonnosti v průběhu osmítýdenního kondičního tréninku*. Česká kinantropologie, 2012, 4(16). ISSN 1211-9261.

RIEGROVÁ J., KAPUŠ O., GÁBA A. a ŠČOTKA D. Rozbor tělesného složení českých mužů ve věku 20 až 80 let (hodnocení tělesné výšky, hmotnosti, BMI, svalové a tukové frakce). *Česká antropologie*. Olomouc: Katedra funkční antropologie a fyziologie Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, 2010, (60/1).

SKOLNIK H. a CHERNUS A. *Nutrient timing for peak performance*. Champaign, Ill.: Human Kinetics, 2010. 237 s. ISBN 978-0-7360-8764-3.

STARÁ A., ŠAMŠULA J., a STARÁ J. *Základy volejbalu*. 1.vydání. Brno: Fakulta sportovních studií, 2014. 518 s. ISBN 978-80-210-7675-4.

STRÁNSKÝ M. a RYŠAVÁ L. *Fyziologie a patofyziologie výživy*. 2., dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2014. 182 s. ISBN 978-80-7394-478-0.

VAVÁK M. *Volejbal: kondiční příprava*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011. 223 s. ISBN 978-80-247-3821-5

VILIKUS Z. *Výživa sportovců a sportovní výkon*. 2. vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. 188 s. ISBN 978-80-246-3152-3.

WARD P.J a R. LINDEN. *Physiology at a glance*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. At a glance series (Oxford, England). 168 s. ISBN 978-0-470-65978-6.

WEAVER C. a HEANEY P.R. *Calcium in human health*. Totowa, N.J.: Humana Press, 2006. Nutrition and health (Totowa, N.J.). 472 s. ISBN 15-882-9452-8.

Internetové zdroje:

ASTORINO T., TAM P., RIETSCHER J., JOHNSON S. a FREEDMAN T. Changes in physical fitness parameters during a competitive field hockey season. *Journal of Strength & Conditioning Research* [online]. 2004, **18**(4) [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [http://journals.lww.com/nsca-jscr/2004/11000/CHANGES\\_IN\\_PHYSICAL\\_FITNESS\\_PARAMETERS\\_DURING\\_A.29.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/2004/11000/CHANGES_IN_PHYSICAL_FITNESS_PARAMETERS_DURING_A.29.aspx)

BERNAČÍKOVÁ M., KAPOUNKOVÁ K., NOVOTNÝ J., SÝKOROVÁ E., NOVOTNÝ J., BERNACIK, S., HŘEBÍČKOVÁ S., HRAZDÍRA E. MUDRA P., ONDRÁČEK J., SVOBODOVÁ Z., ŠAMŠULA J., VACENOVSKÝ P., CHOVANCOVÁ J. Fyziologie sportovních disciplín [online]. 1 vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011 [cit. 2016-01-31]. Elportál. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/hry-volejbal.html>

*Bodystat* [online]. Česká republika: Fitsport – komplex s.r.o, 2013 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: <http://www.bodystat.cz/>

*Bodystat* [online]. British Isles, 2016 [cit. 2016-03-22]. Dostupné z: <http://www.bodystat.com/>

BUŠKO K. a LIPÍŇSKA M. A Comparative Analysis of the Anthropometric Method and Bioelectrical Impedance Analysis on Changes in Body Composition of Female Volleyball Players During the 2010/2011 Season. *Human Movement* [online]. 2012-01-1, **13**(2), - [cit. 2016-04-25]. DOI: 10.2478/v10038-012-0013-6. ISSN 1899-1955. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/humo.2012.13.issue-2/v10038-012-0013-6/v10038-012-0013-6.xml>

ERSKINE RM., FLETCHER G., HANSON B. a FOLLAND JP. Whey protein does not enhance the adaptations to elbow flexor resistance training. *Medicine and Science in Sport and Exercise* [online]. 2012, (12) [cit. 2016-02-02]. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318256c48d. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22460474>

GONZÁLEZ-RAVÉ J. M, ARIJA A. a CLEMENTE-SUAREZ V.. Seasonal Changes in Jump Performance and Body Composition in Women Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2011, **25**(6), 1492-1501 [cit. 2016-04-25]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181da77f6. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>

CHRISTENSON R. H. Biochemical Markers of Bone Metabolism: An Overview. *Clinical Biochemistry* [online]. 1997, **30**(8), 573-593 [cit. 2016-02-07]. DOI: 10.1016/S0009-9120(97)00113-6. ISSN 00099120. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0009912097001136>.

JESPERSEN, T. The KCNQ1 Potassium Channel: From Gene to Physiological Function. *Physiology* [online]. 2005, **20**(6), 408-416 [cit. 2016-03-22]. DOI: 10.1152/physiol.00031.2005. ISSN 1548-9213. Dostupné z: <http://physiologyonline.physiology.org/cgi/doi/10.1152/physiol.00031.2005>

MUTH N. What are the guidelines for percentage of body fat loss? *AMERICAN COUNCIL ON EXERCISE (ACE)*, [online]. 2009 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.acefitness.org/>

NOVÁK J. Hodnocení: (lední hokej, extraliga). In: *Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzita Karlova* [online]. Praha, 2013 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.ftvs.cuni.cz/FTVS-958-version1-komentar.pdf>

OSTOJIC, S. Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of Exercise Physiologyonline* [online]. 2003, **6**(3) [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Sergej\\_Ostojic/publication/267821919\\_Body\\_Composition\\_SEASONAL\\_ALTERATIONS\\_IN\\_BODY\\_COMPOSITION\\_AND\\_SPRINT\\_PERFORMANCE\\_OF\\_ELITE\\_SOCCER\\_PLAYERS/links/5461f8700cf2c1a63c01b827.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergej_Ostojic/publication/267821919_Body_Composition_SEASONAL_ALTERATIONS_IN_BODY_COMPOSITION_AND_SPRINT_PERFORMANCE_OF_ELITE_SOCCER_PLAYERS/links/5461f8700cf2c1a63c01b827.pdf)

PIKNER R. a JABOR A. *Kostní metabolismus* [online]. 2008, , 11-19 [cit. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://ciselniky.dasta.mzcr.cz/CD/hypertext/AJFNU.htm>

SILVESTRE, R., W. KRAEMER, Ch. WEST, D. JUDELSON a B. SPIERING. Body composition and physical performance during a national collegiate athletic association division imen's soccer season. *Journal of Strength & Conditioning Research*: [online]. 2006, **20**(4) [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [http://journals.lww.com/nsca-jscr/2006/11000/BODY\\_COMPOSITION\\_AND\\_PHYSICAL\\_PERFORMANCE\\_DURING\\_A.38.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/2006/11000/BODY_COMPOSITION_AND_PHYSICAL_PERFORMANCE_DURING_A.38.aspx)

## 8 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Anatomická a funkční charakteristika svalových vláken (Dylevský, 2009).	12
Tabulka 2: Fyziolog. parametry během sportovního výkonu (Grasgruber, Cacek, 2008). .....	21
Tabulka 3: Doporučené dávky bílkovin (Clark, 2014). .....	25
Tabulka 4: Klasifikace mastných kyselin (Klimešová, Stelzer, 2013). .....	27
Tabulka 5: Obecná doporučení pro příjem sacharidů ve sportu (Bernačiková, 2013). ..	28
Tabulka 6: Průměrné hodnoty sledovaných parametrů s danou směrodatnou odchylkou (SD) v 1. až 4. měření .....	39
Tabulka 7: Fáze sezóny a četnost fyzické zátěže .....	40

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1: Faktory sportovního výkonu-volejbal (Bernačiková a kol., 2011).....</b>	<b>20</b>
<b>Obrázek 2: Nejvíce zatěžované svaly ve volejbale (Bernačiková a kol, 2011).....</b>	<b>22</b>
<b>Obrázek 3: BodyStat QuadScan 4000 (<a href="http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-1">http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-1</a>).....</b>	<b>34</b>
<b>Obrázek 4: Umístění elektrod na hřbetu pravé ruky (<a href="http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-3">http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-3</a>).....</b>	<b>35</b>
<b>Obrázek 5: Umístění elektrod na hřbetu pravé nohy (<a href="http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-2">http://www.bodystat.cz/quadscan-4000#image-2</a>).....</b>	<b>35</b>
<b>Obrázek 6: Poloha subjektu při měření (BODYSTAT, LTD).....</b>	<b>38</b>
<b>Obrázek 7: Průměrné množství tělesného tuku v % při 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší (<math>p &lt; 0,05</math>).....</b>	<b>41</b>
<b>Obrázek 8: Hodnoty tělesného tuku v % na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).....</b>	<b>42</b>
<b>Obrázek 9: Průměrné množství tuků v kg během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší (<math>p &lt; 0,05</math>).....</b>	<b>43</b>
<b>Obrázek 10: Hodnoty tělesného tuku v kg na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny).....</b>	<b>44</b>
<b>Obrázek 11: Průměrné množství ATH v % během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené různými indexy (A, B) se od sebe statisticky průkazně liší (<math>p &lt; 0,05</math>).....</b>	<b>47</b>
<b>Obrázek 12: Hodnoty ATH v % na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). .....</b>	<b>48</b>
<b>Obrázek 13: Průměrné množství ATH v kg během 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). Průměry označené stejnými indexy (A, A) se od sebe statisticky průkazně neliší (<math>p &gt; 0,05</math>).....</b>	<b>49</b>
<b>Obrázek 14: Hodnoty ATH v kg na začátku 1. měření (před začátkem sezóny) až 4. měření (během sezóny). .....</b>	<b>50</b>



## 10 SEZNAM ZKRATEK

ADH	antidiuretic hormone - antidiuretický hormon
ATH	aktivní tělesná hmota
ATP	adenosine triphosphate - adenzin trifosfát
BIA	bioelektrical impedance - bioelektrická impedance
BMI	body mass index – index tělesné hmotnosti
BMR	basal metabolic rate - bazální metabolismus
BMU	bone metabolism unit – kostní metabolická jednotka
CP	creatine phosphate - kreatinfosfát
ECW	extracellular water - extracelulární tekutina
ICW	intracellular water - intracelulární tekutina
IGF faktor	insuline like growth faktor - růstový faktor
HSL	hormone sensitive lipase - senzitivní lipáza
LPL	lipoprotein lipase - lipoproteinová lipáza
MUFA	monounsaturated fatty acids - monoenové mastné kyseliny
PUFA	polyunsaturated fatty acids - polyenové mastné kyseliny
TBW	total body water – celková tělesná voda
TGF faktor	transforming growth faktor - transformující růstový faktor
TNF faktor	tumor necrosis faktor - faktor nádorové nekrózy
WHR	waist hip ratio – poměr pas boky