

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

ANALÝZA VYBRANÝCH SOMATICKÝCH PARAMETRŮ U  
JUNIOREK PLAVCŮ V PRŮBĚHU ROČNÍHO TRÉNINKOVÉHO CYKLU

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Jakub Kozár

Tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

Olomouc 2018

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Jakub Kozár

**Název diplomové práce:** Analýza vybraných somatických parametrů u juniorských plavců v průběhu ročního tréninkového cyklu

**Pracoviště:** Katedra sportu

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2018

**Abstrakt:** Diplomová práce se zabývá sportovním tréninkem v plavání a jeho vlivem na tělesné složení. Cílem práce bylo zjistit, jaké jsou rozdíly v jednotlivých složkách tělesného složení v průběhu ročního tréninkového cyklu. K měření bylo využito přístroje InBody 230 (BIA). Měření byla prováděna v průběhu sezony 2016/2017 po každém tréninkovém bloku. Porovnávanými parametry byly: tělesná výška, tělesná hmotnost, celková tělesná voda, tukuprostá hmota, kosterní svalstvo, tělesný tuk, segmentální analýza, bazální metabolismus.

**Klíčová slova:** Plavání, sportovní trénink, tělesné složení, InBody 230.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's name and surname:** Bc. Jakub Kozár

**Title of the master thesis:** Monitoring selected somatic parameters of junior swimmers during annual training year.

**Department:** Department of Sport

**Supervisor:** Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D.

**The year of presentation:** 2018

**Abstract:** The diploma thesis is focused on the sports training in swimming and its influence on body composition. The aim of this study was to determine the differences between particular components of body composition during the annual training cycle. Instrument InBody 230 was used for measurements which were realised during the season 2016/2017 after each training block. The evaluated parameters were: body height, body weight, total body water, fat-free mass, skeletal muscle, body fat mass, segmental analysis and basal metabolism.

**Keywords:** Swimming, sports training, body composition, InBody 230.

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Dušana Viktorjeníka, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 25. dubna 2018

.....

Děkuji vedoucí mé práce Mgr. Dušanu Viktorjeníkovi, Ph.D., za odborné vedení, vstřícný přístup, cenné rady a vynaložený čas při tvorbě této práce. Poděkování patří plavcům SK UP Olomouc, kteří se zúčastnili výzkumu.

## OBSAH

1	ÚVOD .....	8
2	PŘEHLED POZNATKŮ .....	9
2.1	Sportovní trénink .....	9
2.1.1	Periodizace sportovního tréninku .....	9
2.1.2	Bloková periodizace ročního tréninkového cyklu .....	10
2.1.2.1	Rozvíjející blok .....	11
2.1.2.2	Stabilizační blok .....	11
2.1.2.3	Relaxační blok .....	11
2.1.2.4	Vylad'ovací blok .....	11
2.1.2.5	Soutěžní blok .....	11
2.1.2.6	Regenerační blok .....	11
2.1.2.7	Kontrolní blok .....	12
2.1.3	Tréninkové zatížení .....	12
2.1.3.1	Typy zatížení v ročním tréninkovém cyklu .....	12
2.1.4	Adaptace na tréninkové zatížení .....	13
2.1.4.1	Funkční změny organismu .....	14
2.2	Tělesné složení .....	15
2.2.1	Somatické parametry tělesného složení .....	16
2.2.1.1	Tělesná výška .....	17
2.2.1.2	Tělesná hmotnost .....	18
2.2.1.3	Body Mass Index (BMI) .....	19
2.2.2	Somatotyp .....	20
2.2.3	Bioelektrická impedance .....	22
2.2.4	Tuková tkáň (FM) .....	24
2.2.5	Tukuprostá hmota (FFM) .....	25
2.2.6	Svalová hmota .....	26
2.2.6.1	Vlákna typu I .....	27
2.2.6.2	Vlákna typu IIA .....	27
2.2.6.3	Vlákna typu IIB .....	27
2.2.7	Celková tělesná voda .....	28
2.3	Adolescence .....	30
2.3.1	Fyziologický vývoj .....	30

2.3.2	Motorický vývoj.....	31
2.3.3	Psychologický vývoj.....	31
2.4	Plavání.....	32
2.4.1	Fyziologie plavání.....	33
2.4.1.1	Zdroje energetického krytí.....	33
2.4.2	Energetické systémy.....	35
2.4.3	Dýchání a maximální spotřeba kyslíku.....	37
2.4.3.1	Maximální spotřeba kyslíku.....	38
2.4.4	Srdeční frekvence.....	38
2.4.4.1	Maximální srdeční frekvence.....	38
3	CÍLE.....	40
4	METODIKA.....	41
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	41
4.2	Kvantifikace zatížení.....	41
4.2.1	Zimní sezona.....	43
4.2.2	Letní sezona.....	43
4.2.3	Objem zatížení v průběhu ročního tréninkového cyklu.....	44
4.3.1	InBody 230.....	50
5	VÝSLEDKY.....	51
5.1	Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 1.....	51
5.2	Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 2.....	55
5.3	Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 3.....	60
5.4	Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 4.....	64
6	DISKUZE.....	69
7	ZÁVĚRY.....	71
8	SOUHRN.....	73
9	SUMMARY.....	74
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	75

## 1 ÚVOD

Plavání patří k nejstarším pohybovým dovednostem lidstva, a to jako existenční podmínka člověka, a hlavně v důsledku pracovní i branné potřeby. Není přesně známo, kdy se člověk, dozvěděl, že i ve vodním prostředí se může pohybovat. Například malby ze starověkého Egypta nám dokazují, že již tehdy se plavání lidé věnovali. Antické národy zařadily plavání jako součást výchovy v gymnáziích. Avšak ve středověku zájem upadal. S plaváním, jako sportovním odvětvím se můžeme setkávat již od prvních novodobých olympijských her (Čechovská & Miler, 2008).

V současné době se plavání řadí k nejoblíbenějším pohybovým aktivitám, k jednomu z hlavních důvodů může patřit fakt, že se tato pohybová aktivita provádí ve vodním prostředí a tím tolik nezatěžuje pohybový aparát, proto je také využíváno k regeneraci nebo jako kompenzace při jednostranném zatěžování (např. hokej) (Čechovská & Miler, 2008). Jako soutěžní sport je plavání od roku 1896 zařazeno do olympijského programu. Postupem doby se začaly přidávat ostatní plavecké sporty, jako jsou skoky do vody, synchronizované plavání, vodní polo, dálkové plavání (Čechovská et al., 2012).

Záměrem práce bude sledování a hodnocení změn somatických parametrů u plavců během ročního tréninkového cyklu v plavání. Zkoumané budou složky tělesného složení, a to tělesný tuk, svalová hmota aj. Věda, která zkoumá tyto jevy, se nazývá antropologie, je to velmi široká nauka o člověku. Zaměřuje se na lidské tělo, včetně vývoje jedince. Sportovní antropologie je aplikace vědy do oblasti sportu, zabývající se funkčními podmínkami lidské motoriky a morfologických parametrů. Jednoduše řečeno se jedná o posuzování vlivu sportovní aktivity na stavbu těla (např. úbytek tukové složky, přírůstek svalové složky) nebo o výběr talentovaných jedinců do vrcholového sportu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Téma jsem si vybral, protože jsem sám závodně plaval a v současné chvíli se věnuji trénování. Během kariéry jsem sám na sobě registroval, jak se moje tělo měnilo vlivem tréninku. Výzkum byl proveden na plavcích v plaveckém klubu SK UP Olomouc. Vybranými ukazateli byly vybrány hodnoty o tělesném tuku, o svalové hmotě a o celkové vodě v těle.



## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Sportovní trénink

Sportovní trénink je dlouhodobým systémově řízeným procesem přípravy sportovce, která je zaměřena na zvyšování jeho sportovní výkonnosti ve zvolené sportovní disciplíně (Perič & Dovalil, 2010).

„Činnost ve většině sportovních odvětví má podobu velmi složitých pohybů či jejich kombinací. Jejich zvládnutí vyžaduje přístup, který v sobě tvůrčím způsobem kombinuje různé metody, prostředky a formy tréninku. Přitom je zřejmé, že není možná tyto specifické přístupy volit náhodně (např. podle momentální nálady trenéra), ale je nezbytné je určitým způsobem plánovat, organizovat a řídit“ (Perič & Dovalil, 2010).

#### 2.1.1 Periodizace sportovního tréninku

Bompa a Buzzichelli (2015) popisují sportovní trénink jako dlouhodobý proces, který se neustále upravuje podle aktuálních podmínek a požadavků, jako jsou například aktuální fyzické stavy sportovce, možnosti tréninkového zázemí, změny nebo úpravy cílů tréninkové přípravy. Celý systém periodizace sportovního tréninku je rozdělen do kvalitativně odlišných fází, kde jsou hlavní požadavky na rozvoj různých kapacit sportovce, které se liší objemem a intenzitou zatížení.

Tréninkové cykly jsou definovány jako relativně ukončený celek opakujících se dlouhých časových úseků tréninkového procesu. Délka úseků se může pohybovat od několika dní až po několik měsíců či roků a propojují je tréninkové cíle (Neuls et. al., 2013). Navazující cykly jsou částečným opakováním předchozího, ale objevují se v nich nové tendence, které se liší obsahem nebo objemem zatížení (Perič & Dovalil, 2010).

Nejkratším cyklem v periodizaci je mikrocyklus, několikadenní tréninkový celek tvořený několika tréninkovými jednotkami. Hlavním úkolem mikrocyklu je dosažení adaptačního efektu a vyvolat kumulativní tréninkový efekt pomocí optimálního střídání zatížení a zotavení (Lehnert et. al., 2014b). Mikrocykly jsou základními kameny stavby sportovního tréninku (Korvas & Zahradník, 2012).

Mezocyklus je tvořen z několika mikrocyklů, zpravidla trvající 4 týdny, ale může být i delší, s délkou 5 až 6 týdnů nebo kratší např. 2 týdny a mohou mít rozdílné úkoly (Perič & Dovalil, 2010). Hlavním cílem je udržovat specifické adaptace nezbytné pro plánovitě ovlivňování trénovanosti. Reguluje zatížení vyvolané jednotlivými

mikrocykly. Kumulace zatížení v rámci mezocyklu je výrazným podnětem, vyvolávajícím metabolické, strukturální a funkční adaptační změny v zapojených systémech organismu sportovce (Lehnert et. al., 2014b).

Nejdelším tréninkovým cyklem je makrocyklus, tvořený několika mezocykly. Obsahem, metodami, strukturou zatížení a kumulací tréninkového efektu vytváří u jedince komplexní a stabilní úroveň sportovní výkonnosti (Lehnert et. al., 2001). Hlavním cílem je dosáhnou maximálních osobních výkonů v době vrcholových soutěží. Nejčastější podobou makrocyklu je roční tréninkový cyklus, ale i víceletý cyklus. Roční tréninkový cyklus je základní jednou pro plánování dlouhodobé organizace sportovní činnosti (Lehnert et. al., 2014b).

### 2.1.2 Bloková periodizace ročního tréninkového cyklu

Základním principem blokové periodizace je vysoká koncentrace zatížení zaměřeného na 2– 3 tréninkové cíle v jednom bloku (až 70% objemu zatížení). Využívá postupně navazující rozvoje faktorů sportovního výkonu v posloupnosti tréninkových bloků (mezocyklů). Tréninkové bloky, které trenér využívá dle potřeb sportovců se zaměřením na konání a aktuální stav trénovanosti, jsou základními stavebními jednotkami. Bloky vytváří relativně nezávislé tréninkové fáze trvající 4 až 12 týdnů, zaměřené na sportovní přípravu k vrcholovým soutěžím a soutěžení, které se v ročním tréninkovém cyklu cca 4 – 7x opakují (s určitými obměnami dle výsledků z předchozí fáze) podle soutěžního kalendáře (Lehnert et. al., 2014b). Nejprve jsou do RTC vloženy bloky zaměřené na rozvoj všeobecné kondice. Následují bloky, ve kterých se snižuje objem zatížení, ale vzrůstá intenzita (Arroyo-Toledo, Clemente & Gonzalez-Ravé, 2013).

V plavání se uplatňuje rozlišování bloků rozvíjejících, stabilizačních, relaxačních, vyladovacích, soutěžních, které tvoří nezávislé fáze (v RTC nejčastěji pět fází s podobnou strukturou danou návazností tréninkových bloků) (Hannula & Thorton, 2012). První fáze trvá nejdéle (14 týdnů) v závislosti na nezastupitelnosti všestranné kondiční přípravy v plavecké sportovní přípravě. Druhý trvá 10 týdnů a bývá zakončen vrcholem zimní sezóny (např. MČR v krátkém bazénu). Třetí je o jeden týden delší než druhý (11 týdnů). Po vyladění sportovní formy na první mezivrchol a po týdenním pasivním odpočinku je nutné znovu zařazení všeobecné kondiční přípravy. Celková doba trvání uvedeného RTC je 41 týdnů (Lehnert, et. al., 2014b).

#### 2.1.2.1 Rozvíjející blok

Využívá se pro vytváření kondice a je brán ohled na specifčnost soutěžní disciplíny (Lehnert, et. al., 2001). Obsahem jsou cvičení všech složek tréninku od technické, kondiční až po psychologické, které ovlivňují úroveň trénovanosti plavce. Odpovídá době 4-6 týdnů. Vše probíhá v aerobní zóně při nízké intenzitě zatížení (Lehnert, et. al., 2014b).

#### 2.1.2.2 Stabilizační blok

Zařazuje se pro udržení aktuální trénovanosti nebo sportovní formy, obvykle je využit při krátkém přerušení soutěží, např. 2 týdny mezi soutěžemi (Perič & Dovalil, 2010). Obsahem se podobá rozvíjejícímu bloku, ale odlišuje se zatížením, které je více specifické při nižším objemu (Lehnert, et. al., 2014b).

#### 2.1.2.3 Relaxační blok

Relaxační blok slouží k regeneračním účelům, mohou se zde objevit i dny bez tréninku. Intenzita zatížení je velmi nízká, probíhá převážně v aerobní zóně (Perič & Dovalil, 2010). Využívá se k odstranění únavy, doplnění energetických a psychických rezerv (Lehnert, et. al., 2014b). Mohou zde být zařazeny i jiné druhy sportů (Korvas & Zahradník, 2012).

#### 2.1.2.4 Vyladovací blok

U vyladovacího bloku mluvíme o finální části plaveckého tréninku, která je zařazená před hlavní soutěží. Hlavním cílem vyladění je zvýšit sportovní formu pomocí specifické zátěže (Seifert, Chollet, & Mujika, 2011). Je uplatňován modelový trénink, přípravné starty, důraz je kladen na kvalitu specifického zatížení, důležitá je psychologická příprava (Lehnert, et. al., 2014b).

#### 2.1.2.5 Soutěžní blok

Důležitost je kladena na stabilizování soutěžní formy a soustředění se na dosažení maximálního individuálního výkonu na vrcholných soutěžích (Seifert, Chollet, & Mujika, 2011). V plavání se jedná o vrchol sezony, jako jsou mistrovství České republiky, mistrovství Evropy, mistrovství světa či olympijské hry.

#### 2.1.2.6 Regenerační blok

Do RTC je umisťován v přechodném období, po soutěžích. Pasivní i aktivní odpočinek mohou vytvořit předpoklad pro začátek v dalším ročním tréninkovém cyklu

(Seifert, Chollet, & Mujika, 2011). Mohou být zařazovány i různé regenerační procedury (Lehnert, et. al., 2014b).

#### 2.1.2.7 Kontrolní blok

Zaměření tohoto bloku je jasné už z názvu, jedná se o posouzení účinnosti tréninku. Je omezena tréninková činnost ve spojení s tréninkovými závody. Objem zatížení je velmi nízký, do popředí zde vstupuje takticko-technický trénink. Zařazen do tréninkového plánu v období, kdy dochází hodnocení aktuálního stavu jedince. Jako kontrolní cvičení mohou sloužit i závody (Perič & Dovalil, 2010).

#### 2.1.3 Tréninkové zatížení

Tréninkové zatížení se uvádí jako jedna ze základních kategorií tréninkového procesu. K dosažení maximálního výkonu sportovce je potřeba se vyrovnat s psychickými, fyzickými a intelektuálními požadavky (Lehnert, et. al., 2001). Za zatížení považujeme pohybovou činnost vykonávanou takovým způsobem, že vyvolává žádoucí aktuální změnu funkční aktivity člověka. Jedná se o specifický druh zatížení s povahou cílených pohybových činností specifického charakteru, který především ovlivňuje a zdokonaluje faktory sportovního výkonu (Lehnert, et. al., 2014b).

##### 2.1.3.1 Typy zatížení v ročním tréninkovém cyklu

Neuls et. al (2013) uvádějí objem a intenzitu jako základní faktory charakterizující tréninkové zatížení. Pod pojmem objem zatížení rozumíme množství tréninkové práce (např. doba provádění cvičení, počet cviků). Intenzita zatížení je stupeň vypětí organismu při provádění tréninkových cvičení. V plaveckém tréninku můžeme rozlišovat tyto typy zatížení:

- 1) Aerobní (A1) – intenzita 60–70 %, využívá se při rozplavání a technických cvičení.
- 2) Aerobní (A2) – intenzita 70–80 %, série trvající kolem 10–30 minut, typické úseky mezi 400 až 1500 metrů.
- 3) Aerobní práh (EN1) – intenzita 70–80 %, série trvající kolem 40–60 minut, odpočinek mezi úseky trvající 10–20 sekund, typické série 10x400, 20x100.
- 4) Maximální aerobní výkon,  $VO_2\max$  (EN2) – intenzita přibližující se 90 %, série trvající kolem 20 minut, odpočinek mezi úseky trvající

- 30–90 sekund, typické série 15x100, 8x200 apod., kvůli vysoké náročnosti doporučeno maximálně dvakrát za týden.
- 5) Laktátová tolerance (AN1) – intenzita 80–90 %, série trvající kolem 10–15 minut, odpočinek ovlivněn délkou plavaného úseku (1:1, 1:1,5 nebo 1:2), typické série 2x400, 5x200, 12x50.
  - 6) Maximálně laktátově-anaerobní (AN2) – intenzita více než 90 %, série trvající kolem 5–10 minut, odpočinek mezi úseky 2–4 minuty, typické série 2x200, 5x100, 15x50 apod., snahou sportovce je plavat všechny úseky „nadoraz“.
  - 7) Maximální laktátově-anaerobní (AN3) – velmi rychlé, krátké úseky bez kumulace laktátu, odpočinek mezi úseky 1:2, 1:3 až 1:4, typické série 4x50, 8x25 (Sweetenham, & Atkinson, 2003).

#### 2.1.4 Adaptace na tréninkové zatížení

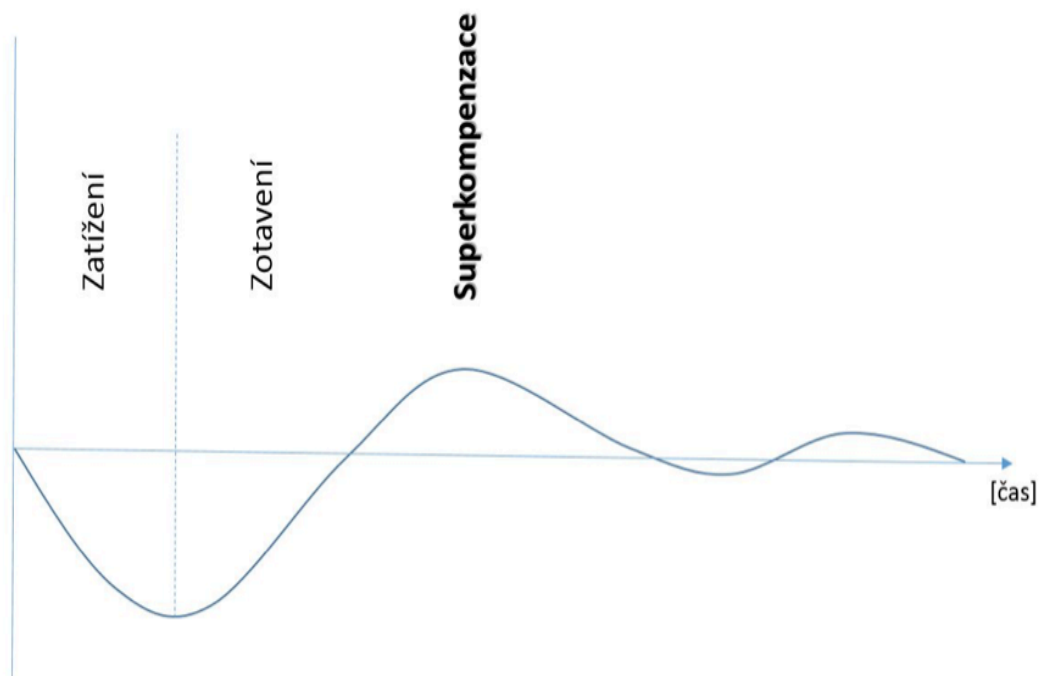
Adaptace je soubor biochemických, funkčních, morfologických a psychických změn trvalejšího charakteru v jednotlivých orgánech a systémech i v organismu jako celku, které zvyšují trénovanost a sportovní výkonnost a odolnosti vůči zatížení a zatěžování (Lehnert, et. al., 2014b). Míra adaptace má geneticky stanovené limity, jde o přenos informace na genetický aparát buňky při opakovaném a dostatečně intenzivním podnětu. Je to tedy výsledek opakovaného dlouhodobého působení adaptačních procesů. Cílem působení tréninkových adaptačních podnětu je zachování homeostázy na nové kvalitativně vyšší úrovni (Lehnert et al., 2010).

Po několika týdnech tréninku dochází k postupnému oslabování reakce na stejně silný stresový podnět v důsledku tréninku, který již v organismu nevyvolá tak výrazné narušení homeostázy jako na počátku. Při tomto stavu regulační odpovědi na stresový podnět hovoříme jako o adaptaci (přizpůsobení). Při dalším postupném zvyšování nárůstu intenzity zatížení dochází ke zvyšování adaptace a s ní spojené sportovní výkonnosti (Lehnert, et. al., 2014a).

Nedílnou a důležitou součástí procesu adaptace je zotavení, které probíhá po ukončení působení zatížení, tedy po pohybové aktivitě. Při zotavení dochází k postupnému návratu klidových funkcí, obnově energetických zásob a za hlavní funkci můžeme považovat odstranění únavy (Lehnert, et. al., 2014a). Průběh a rychlost určuje

mnoho faktorů, věk a pohlaví, trénovanost, typ a intenzita provozovaná pohybové aktivity, aj. Trenéři musí vhodně zvolit délku a kvalitu odpočinku, aby bylo optimální a prospěšné pro sportovce (Lehnert et al., 2010).

S obnovou energetických zdrojů souvisí pojem superkompenzace. Tu lze definovat jako přechodné zvýšení množství energetických zdrojů nad výchozí úroveň. Superkompenzace je označována jako optimální okamžik, kdy je ideální zahájit další tréninkové zatížení, protože organismus může disponovat vyšším energetickým potenciálem. Tento proces je považován za základní princip sportovního tréninku, protože při něm dochází ke zvyšování sportovní výkonnosti.



Obrázek 1. Schématické zobrazení průběhu kompenzace (upraveno dle Lehnert, et. al., 2014a).

#### 2.1.4.1 Funkční změny organismu

Náročnost plavání zvyšuje v těle dodávku kyslíku a živin k pracujícím svalům. Při jakémkoliv zatížení dochází k většímu prokrvení pracujícího svalstva za současného omezení zásobení útrobních orgánů (Ogita, 2006). Z toho vyplývá, že limitujícím faktorem sportovního výkonu může být dodávka kyslíku do pracujících svalových skupin. Vlivem sportovní přípravy dochází u transportního systému k charakteristickým

změnám, které se týkají především srdce a cirkulace krve, tedy zvýšení transportní kapacity. Při pravidelném vytrvalostním tréninku lze zaznamenat nižší SF při zátěži, ale i v klidovém stavu, která se může snížit až na 50 tepů·min<sup>-1</sup> (u netrénované osoby 60-80 tepů·min<sup>-1</sup>). Hlavním důvodem je přizpůsobení svalstva na zátěž, které přispívá k lepšímu žilnímu návratu krve a lepšímu plnění srdce. Zvýšený průtok krve při zatížení je způsobený vyšším systolickým objemem, za současného zvyšování minutového srdečního objemu. U trénovaných jedinců můžeme pozorovat, že při nižší srdeční frekvenci, pracují s vyšším srdečním výdejem, což pro ně znamená, že při relativně nízké srdeční frekvenci je jejich tělo schopno zásobovat svaly vyšším množstvím krve a tím i kyslíku. (Máček & Radvanský, 2011).

Dalším projevem adaptace jsou pozorovatelné změny u dýchacího systému. Výsledkem vytrvalostního tréninku je například snížení dechové frekvence při stejném zatížení. U plavců jsou mnohem více trénované dýchací svaly, protože musí při výdechy překonávat odpor vody, tím tedy nastává zvýšení jejich síly a výkonnosti (Lätt, 2010). Dalším adaptačním projevem je zlepšená difuze kyslíku, která se vztahuje na množství kyslíku přecházejícího z plic o krve, a vyšší vitální kapacita plic. Tyto změny způsobují lepší ekonomiku dýchání u trénované osoby, tj. prohloubené dýchání při nižší dechové frekvenci, snížení práce dýchacích svalů (Máček & Radvanský, 2011).

U vytrvalostního tréninku dochází ke zvýšení kapilarizace svalstva, která má výraznější vliv na zlepšení vytrvalosti, nárůst může činit 15-50 %. Dalším projevem je zvýšení množství energetických substrátů ve svalu. Při zatížení sval spotřebovává zásoby glykogenu, který při nedostatku způsobuje únavu, která s jejím nástupem ovlivňuje vytrvalostní výkon. Větší množství kapilár ve svalu zajišťuje větší množství kyslíku a živin putujícího z krve do svalu. S tím souvisí lepší redistribuce krve, kdy se zvyšuje množství CO<sub>2</sub> a laktát, který je odváděn z pracujícího svalu (Máček & Radvanský, 2011).

## 2.2 Tělesné složení

Pojem tělesné složení vypovídá o podílu jednotlivých tkání v těle na celkové hmotnosti. Jedná se o jeden nejpoužívanějších ukazatelů vývojového stadia člověka, úroveň zdraví, ale také možnosti realizace jakéhokoliv sportovního výkonu. Proto se měření tělesného složení stále více využívá u profesionálních sportovců ke stanovení

efektivitu tréninkového procesu. Tělesná zátěž ovlivňuje lidský organismus, mění se jednotlivé složky tělesného složení, především dochází k úbytku tukové a k nárůstu svalové složky. Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) se domnívají, že na tělesné složení nemá vliv jen pohybová aktivita, ale také genetika, ve velké míře výživa a zdravotní stav člověka. Pařízková (1998) uvádí, že tělesné složení se odvíjí v souvislosti s pohlavím, stupněm tělesného rozvoje a věku člověka.

Existuje mnoho metod a měřících technik, kterými získáváme informace o stavu těla. Metody je možné provádět jak laboratorně, kdy při měření máme vždy stálé podmínky, tak i terénně, kde v tomto případě jsou podmínky různorodé. Metod je obrovské množství, záleží na metodických možnostech a účelu měření. V případě této diplomové práce byla vybrána metoda bioelektrické impedance. Měřené komponenty pomocí bioelektrické impedance jsou například tukuprostá hmota, tělesný tuk, celková voda v těle, množství minerálů, rozložení svalové složky v těle atd. Pro měření v rámci plavání pro nás budou nejdůležitější tělesný tuk, celková tělesná voda a svalová složka (Miller et al., 2016).

### 2.2.1 Somatické parametry tělesného složení

Sledování somatických parametrů má významný vliv při hodnocení jejich vzájemných vztahů k jednotlivým věkovým kategoriím a jejich proměnlivost v průběhu vývoje člověka. Avšak hodnocení pouze pomocí somatických parametrů je nedostačující, mají pouze základní diagnostický význam. Základní somatické měření slouží jako podklad pro další měření, tedy i pro morfologické parametry, které doplňují více informací o stavu jedince (Pastucha et. al., 2011).

Pro hodnocení základních somatických parametrů, které nemají symetrické rozdělení, se využívají percentilové grafy. Hodnota daného percentilu vypovídá o procentu jedinců, kteří dosahují této a nižší hodnoty. Percentilové skupiny jsou rozděleny do několika kategorií: 3, 10, 25, 50, 75, 90 a 97. Jestliže se jedinec, například u tělesné hmotnosti, pohybuje v rozmezí pod 3. percentilem, jedná se o alarmující hodnoty. Rozmezí okolo 50. Percentilu jsou hodnoty, které odpovídají normálu. 75.-90. Percentil značí jedince se zvýšenou hmotností. Nad 97. Percentilem značí nadměrnou nadváhu (Vignerová et al., 2006). Tabulka 1. nám zobrazuje přehledně percentilová pásma.



**Tabulka 1.** Percentilová pásma (upraveno dle Lehnert, et. al., 2014a)

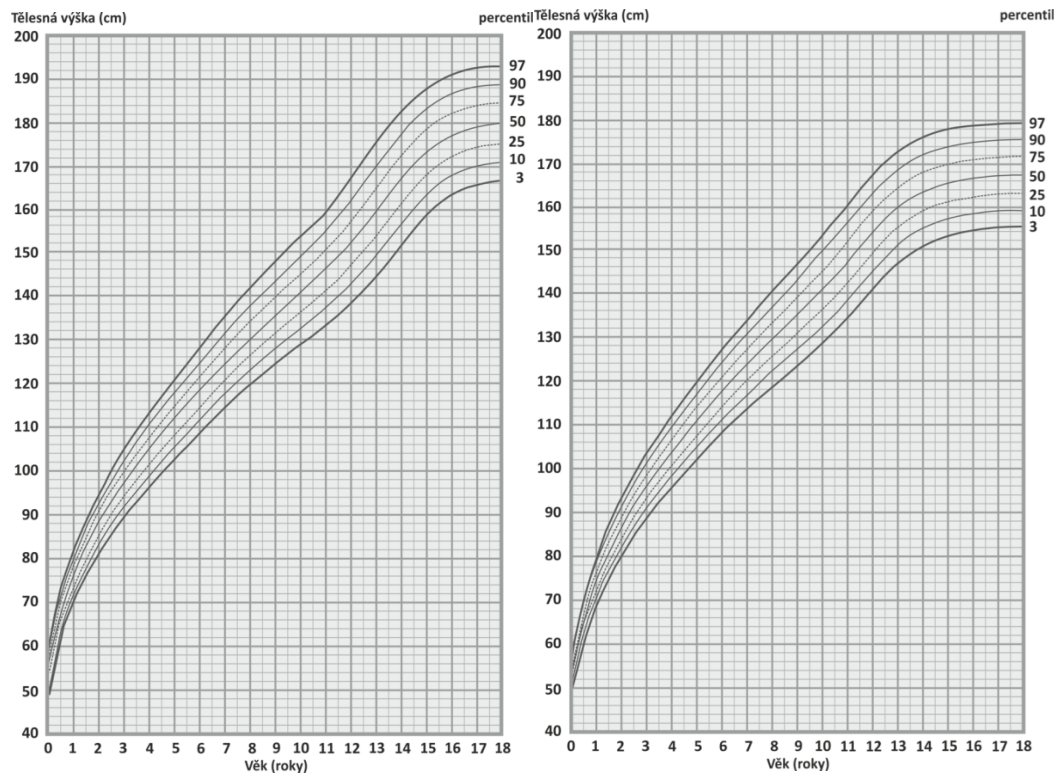
<b>Percentilové pásmo</b>	<b>Hodnocení</b>
< 3.	Extremně nízké
3. – 10.	Velmi nízké
10. – 25.	Nížší
25. – 75.	Normální
75. – 90	Vyšší
90. – 97.	Velmi vysoké
> 97.	Extremně vysoké

#### 2.2.1.1 Tělesná výška

Tělesnou výšku můžeme považovat za jeden ze základních somatických parametrů, avšak její význam připisujeme při sledování tělesného vývoje dítěte. Růst tělesné výšky je v každém období různá, tedy v průběhu života se mění. U malých dětí je růst tělesné výšky rychlý, v období středního dětství je setrvalý, při nástupu puberty se opět zrychlí. Až v období adolescence se růst zpomaluje, než tělo dosáhne dospělosti. U tělesné výšky je známo, že je hodně podmíněna dědičností. Dokonce bylo zjištěno, že během dne se tělesná výška nepatrně snižuje (Pastucha et. al., 2011).

V období puberty můžeme pozorovat první rozdíly mezi pohlavími, u chlapců ve 12 letech začíná růstové období. Nejvyšší růstová rychlost byla zjištěna u chlapců ve 14 letech, kdy mohou vyrůst až o 10 cm za rok. Jak je známo, dívky začínají dospívat asi o 2 roky dříve, proto mezi 11 a 13 rokem v mnoha případech převyšují chlapce. Pozdější

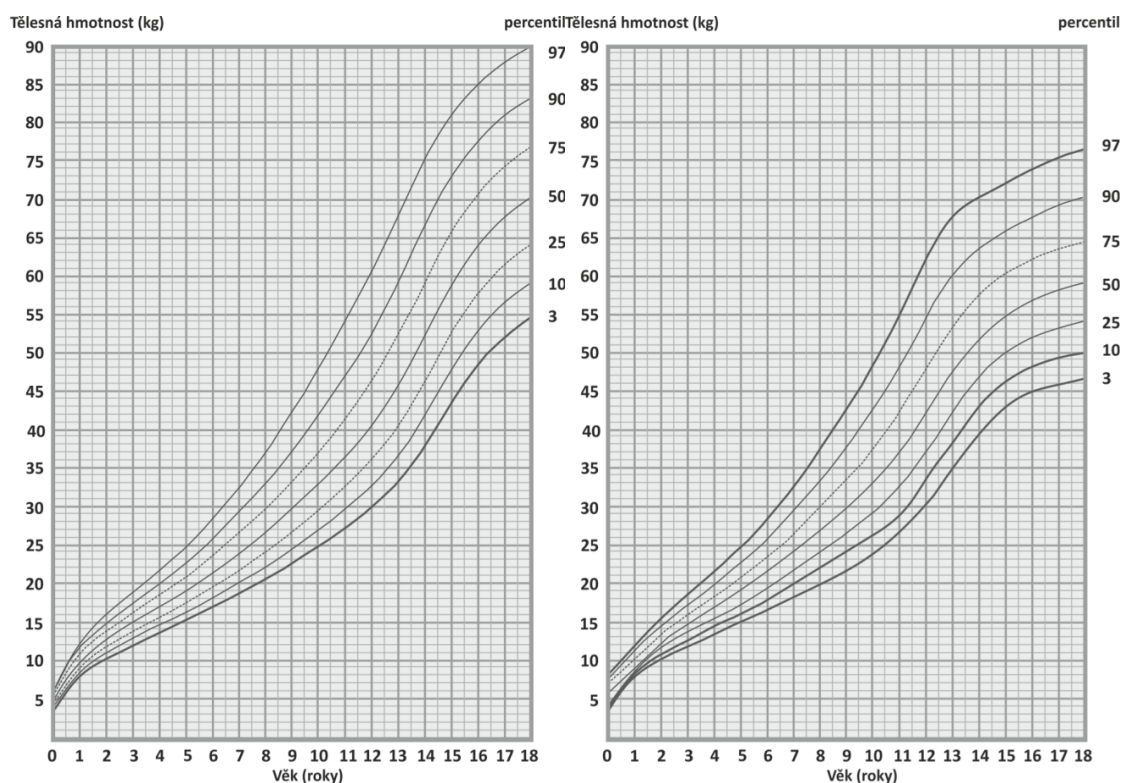
a delší tělesný růst chlapců způsobuje fakt, že v dospělém věku jsou vyšší než ženy (Vignerová et al., 2006).



Obrázek 2. Růstový graf tělesné výšky českých chlapců (vlevo) a dívek (vpravo) ve věku 0–18 let (upraveno dle Lehnert, et. al., 2014a).

### 2.2.1.2 Tělesná hmotnost

Dalším základním somatickým parametrem je tělesná hmotnost a je nejvíce náchylný ke změnám, jen pravidelná pohybová aktivita může ovlivnit tělesnou hmotnost. Avšak posuzování stavu jedince pouze pomocí tělesné hmotnosti je velice nepřesné, je důležité sledovat poměr jednotlivých částí tělesné hmotnosti, tukové a tukuprosté hmoty. Jde o výsledek příjmu a výdeje energie, jestliže je příjem vyšší než výdej, dochází k ukládání nadbytečné energie ve formě tuku. Vlivem pohybové aktivity lze zvýšit výdej energie, což způsobí odbourávání tukové složky v těle (Vignerová et al., 2006).



Obrázek 3. Růstový graf tělesné hmotnosti českých chlapců (vlevo) a dívek (vpravo) ve věku 0–18 let (upraveno dle Lehnert, et. al., 2014a).

### 2.2.1.3 Body Mass Index (BMI)

Zřejmě nejznámějším hmotnostně výškovým indexem je Body Mass Index (BMI). Tento údaj slouží k hodnocení obezity, vyjadřuje poměr tělesné hmotnosti v kilogramech a druhé mocniny tělesné výšky v metrech (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

$$\text{BMI} = \text{tělesná hmotnost v kg} / \text{tělesná výška v m}^2$$

Hodnoty BMI jsou často nepřesným údajem, jelikož nezahrnuje celkové tělesné složení, tedy zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty, především u sportovců, kteří mají vysoké zastoupení svalové hmoty. Proto se jedná spíše o orientační informaci než o přesný údaj o tělesném složení (Pastucha et. al., 2011).

U dospívajících chlapců musíme přihlížet k rozvoji svalové hmoty, proto vysoké hodnoty BMI nemusí vypovídat o nadváze, která by byla zapříčiněna vysokým podílem tukové složky.

**Tabulka 2.** Klasifikace BMI dle WHO (upraveno dle Pastucha et. al., 2011)

KLASIFIKACE	ZÁKLADNÍ HODNOTY
Podváha	< 18,50
Těžká podváha	< 16,00
Střední podváha	16,00 – 16,99
Mírná podváha	17,00 – 18,49
Normální hmotnost	18,50 – 24,99
Nadváha	> 25,00
Obezita	> 30,00
Obezita třída I.	30,00 – 34,99
Obezita třída II.	35,00 – 39,99
Obezita třída III.	> 40,00

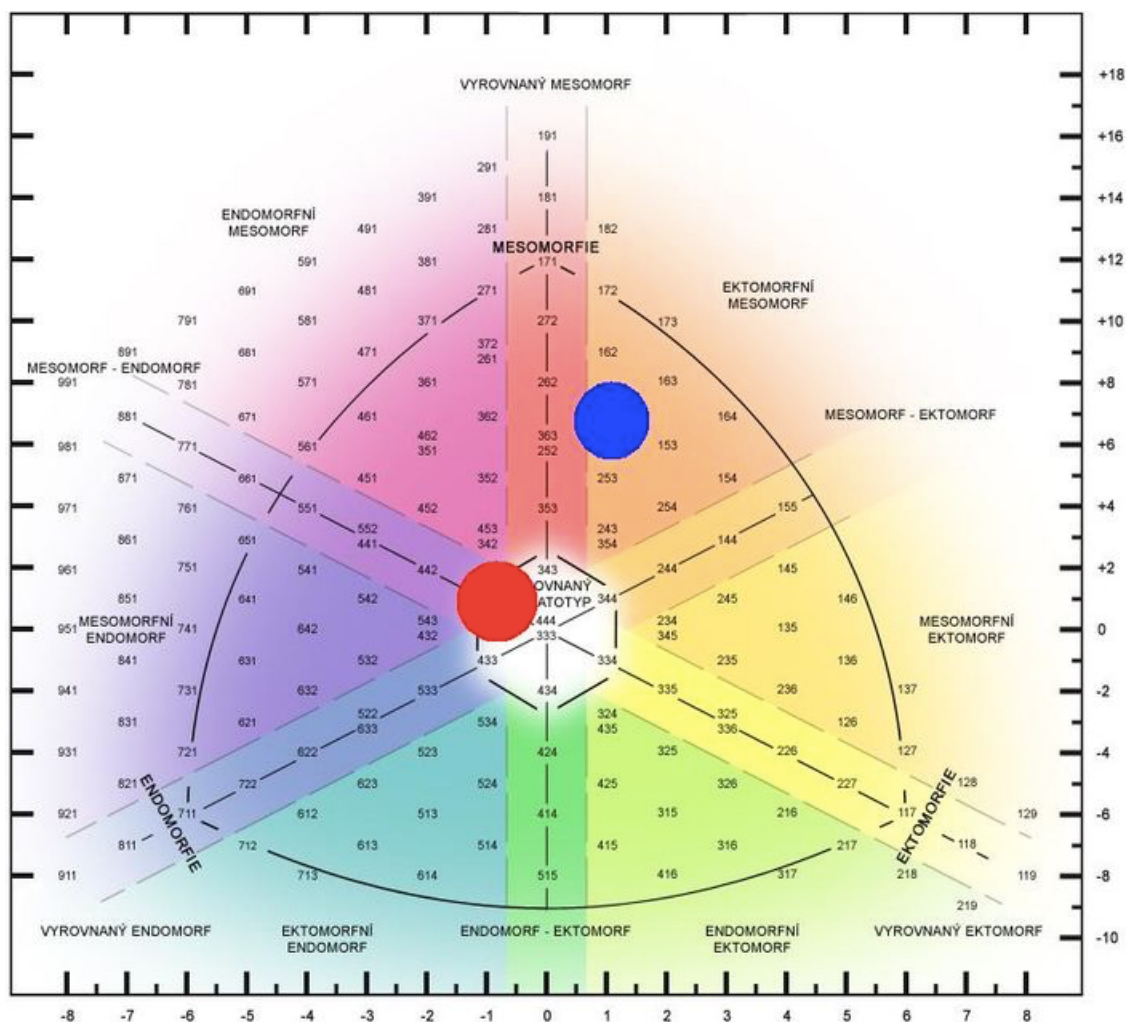
### 2.2.2 Somatotyp

Americký psycholog William Sheldon (1940) vypracoval naprosto odlišnou metody hodnocení stavu těla. Vytvořil tak typologii, ve které se promítá individualita každého jedince, zavedl pojem somatotyp. Definoval ho jako vztah morfologických a somatických charakteristik, který je vyjádřený třemi čísly. Čísla označují tři komponenty těla, endomorfní, mezomorfní a ektomofní., každé číslo je v rozmezí od 1 do 7 (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

Endomorfní komponenta se vztahuje k tělesné tloušťce nebo hubenosti jedince. Hodnotí tedy množství tukové složky. Mezomorfní komponenta hodnotí množství

tukuprosté složky tělesného složení, tedy svalovou hmotu a kostru, měkké orgány a tělesné tekutiny. Poslední komponenta ektomorfní se vztahuje k tělesné výšce a k poměru délky tělesných segmentů. Společně tvoří 13 somatotypových kategorie, například mezomorfové-endorfové, endomorfní mezomorfové, vyrovnaní mezomorfové, ektomorfní mezomorfové, mezomorfové-ektomorfové, aj (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

U somatotypu člověka bylo zjištěno, že je asi 70 % dědičný. Nejvariabilnější složkou je endomorfní komponenta, která lze snadno regulovat například pohybovou aktivitou nebo úpravou přijímané potravy. U plavců je typický somatotyp vysoká postava, široká ramena, dlouhé horní i dolní končetiny a velké chodilo (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).



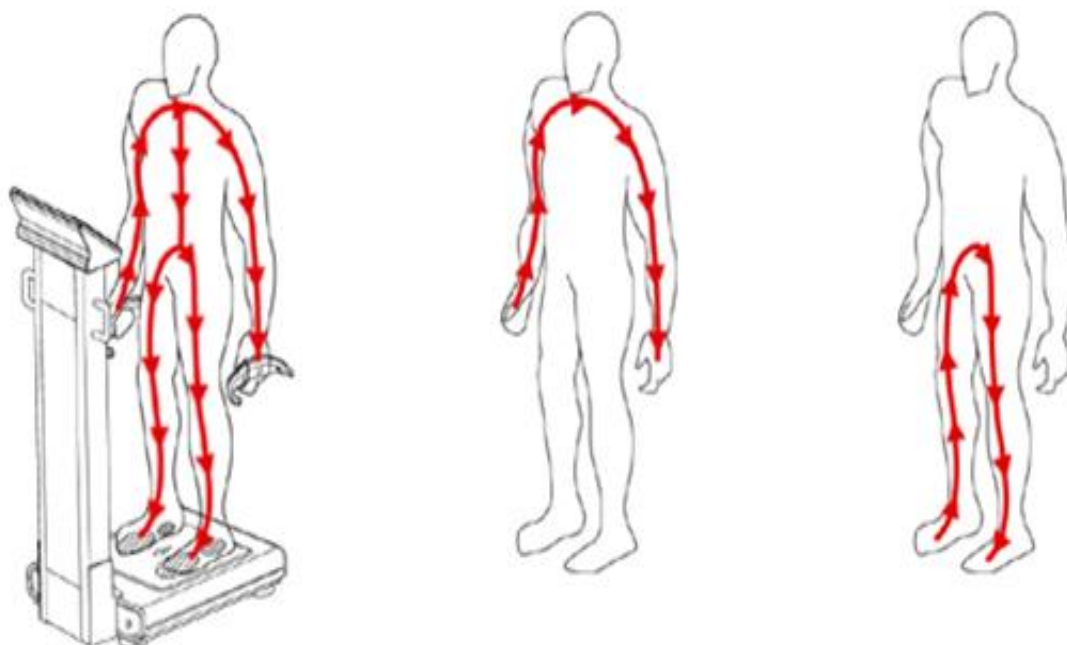
Obrázek 4. Somatotyp plavců (modrá muži, červená ženy) (upraveno dle <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/plavani.html>)

### 2.2.3 Bioelektrická impedance

V poslední době se stále častěji pro měření tělesného složení v praxi používá bioelektrická impedanční analýza (BIA). Princip metody spočívá v odporu, který kladou svalová hmota a tuková tkáň při průchodu velmi slabého elektrického proudu. Aktivní tělesná hmota vede dobře elektrický proud pro svůj vyšší obsah vody a elektrolytů. Naopak tuková tkáň s nízkým obsahem vody je špatným elektrickým vodičem. Metoda umožňuje nejen určit množství tělesného tuku a tukuprosté hmoty, ale také kvalitu svalové hmoty (Karelis et al., 2013; Malá a kol., 2014).

Střídavý elektrický proud o intenzitě 400 až 800  $\mu\text{A}$  a frekvencích 1 až 1000 kHz vyvolá impedanci vůči šíření proudu, který prochází místy mezi elektrodami umístěnými na těle. Umístění elektrod je jednou z mnoha podmínek, které mají vliv na přesnost naměřených výsledků. Přístroje, pracující na frekvenci 50 kHz nedokáží rozlišit intra a extracelulární vody, tudíž získáme pouze hodnotu celkové vod v těle (Miller et al., 2016). Dále jsou přístroje schopné pomocí vložených údajů dopočítat hodnotu bazálního metabolismu. Lépe vybavené přístroje jsou schopny při měření určit útrobní tuk, indexy otoků, fitness skóre atd. (Bunc et al., 2010).

Elektrody bývají uspořádány bimanuálně nebo bipedálně, nacházejí se na madlech pro uchopení rukama nebo na váze s elektrodami, kdy měření probíhá ve stoje. Proud tedy prochází pouze jednou polovinou těla a pro odborné měření zcela nevhodné, a to z důvodu potřeby komplexního měření například sportovců. U tetrapolárních přístrojů BIA může být vyšetřovaná osoba měřena vestoje pomocí dvou elektrod na madlech pro uchopení rukama a dvou elektrod pod ploškami nohou (In-Body, Tanita BC 418) (<http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php>, <http://www.tanita.com/en/howbiaworks/>).



Obrázek 5. Znáornění průchodu elektrického proudu tělem (upraveno dle <http://www.inbody.cz/pristroje-bia.php/>)

Metoda BIA je jednoduchou a rychlou metodou měření tělesného složení. Spolehlivost výsledků závisí zejména na hydrataci organismu a použitých frekvencích elektrického proudu na rozdílech v délce jednotlivých částí těla, kontaktu elektrod s příslušnou částí těla (např. plošky nohou) a také na predikčních rovnicích pro výpočet tělesného složení nastavených v přístrojích BIA. K nepřesnostem výsledků při využití této metody dochází také z důvodu předpokladu válcového modelu lidského těla a jeho homogenní denzity (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Miller et al., 2016).

Přesnost a možnosti stanovení tělesného složení se také liší u jednotlivých přístrojů. Přístroje BIA měřící pomocí jedné frekvence elektrického proudu (nejčastěji 50 kHz) zajišťují zjištění celkového odporu těla, tzv. impedance. Impedance závisí na celkovém obsahu vody v těle. Z množství tělesné vody se potom vypočítá tělesný tuk a tukuprostá hmota (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Multifrekvenční bioelektrické impedance jsou přesnější, neboť umožňují stanovit nejen množství celkové tělesné vody, ale také odlišit množství extracelulární a intracelulární tekutiny. Tím je možné zjistit také buněčnou hmotu a extracelulární tělesnou hmotu (Jaffrin et al., 2009).

#### 2.2.4 Tuková tkáň (FM)

Tuk je nejvariabilnější částí těla, která se především během ontogeneze jedince neustále vyvíjí. Celkové množství tělesného tuku je tvořeno esenciálním tukem a zásobním tukem, který se hromadí v tukové tkáni. Množství se dá velmi snadno ovlivnit pohybovou aktivitou a k tomu správně složenou stravou. Pro člověka je nebezpečné jak velmi malé, tak i velmi vysoké množství tuku. V případě nízkého zastoupení tuku mohou v těle nastat různé dysfunkce, protože určité množství je potřebné k zachování vitálních funkcí organismu, pomáhá při regulaci tělesné teploty, chrání orgány i klouby, využívá se jako zásobárna energie. Dále po těle rozvádí vitamíny. Naopak vysoké procento tuku je spojováno s obezitou a s ní souvisejícími onemocněními, problémy kardiovaskulárního systému nebo cukrovku (Malá a kol., 2014).

Jak již bylo zmíněno výše, významnou roli pro složení těla má pohybová aktivita, která mnohem více přispívá k úpravě množství tuku. Nadměrné zastoupení tukové složky snižuje ve velké míře sportovní výkon, je tomu například při rychlostních, vytrvalostních nebo skokanských disciplínách. I když tuková složka slouží jako zásoba energie, i při vytrvalostních výkonech může nadměrné množství tuku působit jako překážka (Malá a kol., 2014).

V praxi se pro množství tuku využívá procentuální vyjádření zastoupení z tělesné hmotnosti. Doporučené minimální hodnoty tělesného tuku jsou na 7 % pro 16 leté chlapce a mladší, 5 % pro chlapce starší 16 let. Pro ženskou sportovní populaci od 12 % do 14 %. To jsou nejnižší možné hodnoty tělesného tuku potřebné pro normální fyziologické a metabolické funkce. Typické hodnoty pro plavání dosahují rozmezí 8 % – 12 % tělesného tuku pro muže. Ženy v tomto sportu se pohybují v rozmezí 14 % - 18 % tělesného tuku. (Heyward & Wagner, 2004).



**Tabulka 2.** Optimální relativní zastoupení tuku (%) v závislosti na věku a pohlaví (upraveno dle Heyward a Wagner, 2004)

<b>zastoupení tělesného tuku</b>	<b>velmi nízké</b>	<b>nízké</b>	<b>optimální</b>	<b>vysoké</b>	<b>obezita</b>
<b>Muži</b>					
6-17 let	< 5	5-10	11-25	26-31	> 31
18-34 let	< 8	8	13	22	> 22
35-55 let	< 10	10	18	25	> 25
55 a více let	<10	10	16	23	> 23
<b>Ženy</b>					
6-17 let	< 12	12-15	16-30	31-36	> 36
18-34 let	< 20	20	28	35	> 35
35-55 let	< 25	25	32	38	> 38
55 a více let	< 25	25	30	35	> 35

#### 2.2.5 Tukuprostá hmota (FFM)

Tukuprostá hmota je definována jako celková tělesná hmotnost bez tukové složky, tudíž se jedná o netukové komponenty tělesného složení, jako jsou orgány, kosti, kůže nebo svaly. Zahrnuje tedy metabolicky aktivní složky těla. Dělí na se na dvě části. U dospělých obsahuje tukuprostá tělesná hmota kolem 73 % vody. Skládá se z extracelulární tělesné hmoty (ECM) a buněčné tělesné hmoty (BCM) (Hagmar et. al., 2013).

BCM je tvořena různými typy tkání jako jsou buňky kosterních svalů, srdeční svalové buňky a hladká svalovina, buňky vnitřních orgánů, krevní elementy, žlázy a nervový systém. To naznačuje, že je tvořena všemi buňkami, které využívají kyslík. Sledování hodnoty BCM je jeden z hlavních parametrů, které slouží pro sledování výživového stavu sportovců, stejně jako tomu je při sledování metabolismu organismu. Tudíž se dá pozorování BCM jako jeden z hlavních parametrů pro sledování spotřeby energie a ovlivňuje energetické požadavky těla. Množství buněčné tělesné hmoty

ovlivňuje několik faktorů, jako jsou věk a tělesná zdatnost, dala také například genetika jedince. Při měření vrcholových sportovců dosahovaly hodnoty BCM až 60 % aktivní tělesné hmoty (LBM). U dětí a mladých, u kterých ještě není tělo plně vyvinuto, se hodnoty pohybují pod 50 % aktivní tělesné hmoty. (Heyward, 2010).

Při vysoce intenzivní zátěži nebo tréninku, by ztráta BCM neměla být v žádném případě vyšší než 20 % z původní hodnoty BCM. Kompenzace na původní hodnoty je mnohonásobně pomalejší, než je tomu třeba u tělesného tuku. Dočasným snížením intracelulární tekutiny může také ovlivnit množství BCM a snížit tak její hodnotu. Skutečnou redukci BCM je však nutné posoudit společně s dalšími sledovanými parametry např. u multifrekvenční BIA v souvislosti s ukazateli změn elektrického odporu buněk (Heyward, 2010).

### 2.2.6 Svalová hmota

Svalová tkáň zajišťuje pohyb jednotlivých celého těla a je největším orgánem lidského těla. Svaly jsou tvořeny svalovými buňkami, které jsou uzpůsobeny k reakci na podněty. Reakce přichází buď ve formě změny napětí nebo délky svalového vlákna. To způsobují kontraktilní bílkoviny, které přeměňují chemickou energii uloženou v molekulách ATP na mechanickou práci. Svalový mechanismus se dá do pohybu, když dostane signál z centrální nervové soustavy (Přidalová & Riegerová, 2002).

Svalstvo je tvořeno ze 75 % z vody a z 25 % z organických a anorganických látek. Lidském těle jsou tři typy svalových vláken, kosterní svalstvo, hladké svalstvo a srdeční svalstvo. Kosterní svaly představují největší tělesnou tkáň, tvoří asi 40 % z celkové tělesné hmotnosti, u muže asi 42 %, ale jen 36 % u ženy. Způsobuje to zřejmě fakt, že mužské tělo produkuje mnohem více testosteronu, který podporuje růst svalových vláken. Hladké svaly tvoří pouze asi 3 % celkové hmotnosti, jsou aktivní složkou vnitřních orgánů. Jsou také důležitým stavebním materiálem cév a žil, vedoucí krev, dále také různých druhů kanálků, které rozvádějí látky po těle. Srdeční svalstvo zastává v těle nejmenší část hmotnosti ze všech druhů svalstva. Je tvořeno srdečními svalovými buňkami, které sami dávají impulzy do srdce. Z toho tedy vyplývá, že srdce je autonomní orgán a není závislý na centrální nervové soustavě (Rokyta, 2015).

Faktor, který může ovlivnit výkon v plavání je zastoupení různých typů svalových vláken. Rozlišujeme tři typy svalových vláken, kde každý z nich má odlišné strukturální, funkční a biochemické vlastnosti. Největším rozdílem je aktivita různých

enzymů a rychlost štěpení ATP (adenozintrifosfát). Pravidelným tréninkem a zatížením lze vyvolat změny metabolických vlastností a upravit poměr svalových vláken (Kittnar et al., 2011).

#### 2.2.6.1 Vlákná typu I

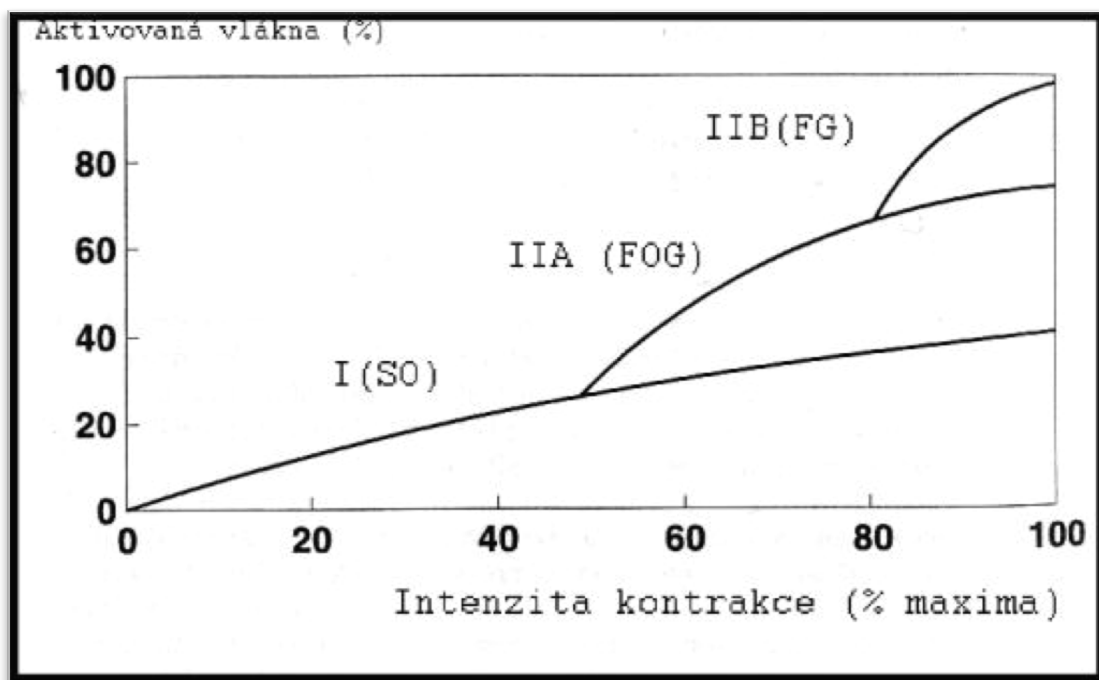
Vlákná typu I jsou označována jako pomalá červená vlákna nebo pomalá oxidativní vlákna. Obsahují velké množství mitochondrií a myoglobinu. Mají velkou oxidační kapacitu a velmi nízkou unavitelnost s delší dobou kontrakce (Přidalová & Riegerová, 2002). Zapojují se především u vytrvalostních typů pohybových aktivit s nízkou intenzitou. Pro práci tohoto typu je důležitý dostatečný přísun kyslíku (Rokyta, 2015).

#### 2.2.6.2 Vlákná typu IIA

Tento typ vláken je také nazýván rychlými červenými vlákny, rychlá oxidativně glykolytická vlákna nebo jako „fázická vlákna“. Oproti vláknům pomalých mají méně mitochondrií se zastoupením enzymů oxidativního i neoxidativního metabolismu (Rokyta, 2015). Zapojují se při intenzivní opakované činnosti. S poměrně vysokou odolností proti únavě se podílejí na velmi rychlé kontrakci svalu, která je prováděna velkou silou nebo při intenzivním vytrvalostním tréninku (Přidalová & Riegerová, 2002).

#### 2.2.6.3 Vlákná typu IIB

Vlákná typu IIB mají velký objem, velmi rychlou a silnou kontrakci, nízký obsah kapilár, myoglobinu a převahu enzymů neoxidativního metabolismu. Zapojují se při maximálních silových výkonech a převládají u nich energetické procesy anaerobního charakteru a tím jsou hůře trénovatelné. Tento typ svalových vláken je velmi snadno unavitelný (Přidalová & Riegerová, 2002).



Obrázek 2. Aktivace svalových typů vláken v souvislosti se zvyšující se intenzitou zatížení (Meško et. al., 2005).

#### 2.2.7 Celková tělesná voda

Tělesná voda je nejdůležitější složkou tělesného složení, její množství se během vývoje člověka mění a je závislé na pohlaví, věku a tělesné hmotnosti (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). U dospělého muže dosahují hodnoty vody 60 % z celkové hmotnosti, u žen je to kolem 50 %. Největší množství vody s v těle nachází v tělních tekutinách (přes 90 %), dále ve svalech (75–80 %) a nejmenší množství obsahují kosti a tuková složka. V těle má velmi důležitou úlohu, rozvádí živiny po těle, reguluje tělesnou teplotu, napomáhá při přenosu nervových vzruchů (Máček & Radvanský, 2011).

Celková tělesná voda se dělí na dvě různé části, intracelulární tekutinu (ICT) a vodu uloženou mimo buňky extracelulární tekutinu (ECT). ICT tvoří v těle největší část tělesné hmotnosti a z velké části je zastoupena v měkkých tkáních. ECT se dále dělí ještě na tekutinu uloženou v mezibuněčných prostorech intrasticiální tekutinu (IST) a tekutinu v cévách intravaskulární tekutina (IVT). Nejvíce vody je v krvi, ve svalové tkáni a v kůži. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %) (Heyward & Wagner, 2004).

Dostatečná denní hydratace je nezbytná pro udržení energetické hladiny, regulaci tělesné teploty, trávení, vstřebávání živin, vylučování toxinů a produktů metabolismu. Aby bylo tělo člověka dostatečně hydratováno, musí obsahovat 35–45 % tělesné hmotnosti intracelulární voda (ICW), 20–30 % tělesné hmotnosti extracelulární voda (ECW), celková tělesná voda (TBW) tedy tvoří 55–65 % celkové hmotnosti těla (Heyward, 2010).

Během tělesného zatížení jakékoliv intenzity produktem našeho svalstva je teplo, které musí tělo odvádět, a to z důvodu udržení stejné tělesné teploty. Voda v organismu má mnoho funkcí, funguje jako nosič tepla, krve, dále jako chladicí systém, kdy prostřednictvím potu odvádí přebytečné teplo vzniklé pracujícími svaly. Typu a intenzita pohybové aktivity jsou rozhodující faktory, které určují, jak velké množství potu bude z těla odvedeno. Např. během hodiny intenzivního tréninku v plavání ztrácí sportovci přibližně 0,4 l vody. Ztráta již 2 % tělesné vody může mít efekt na výkon sportovce, může způsobit únavu a snížit tím výkonnost (Singh, Manju & Sandeep, 2015).

věk		celková tělesná voda	extracelulární tekutina	intracelulární tekutina
novorozenec		79,0	44,0	35,0
1–3 měsíce		72,0	32,0	40,0
2–3 roky		63,5	26,7	36,8
3–5 let		62,0	21,0	41,0
5–10 let		61,5	22,0	39,5
10–16 let		58,0	19,0	39,0
20–30 let	muži	58,0	19,0	39,0
	ženy	51,0	17,0	34,0
40–50 let	muži	54,0	18,0	36,0
	ženy	47,0	15,5	31,5
60–70 let	muži	49,0	16,0	33,0
	ženy	47,0	15,5	31,5
nad 80 let	muži	48,0	16,0	32,0
	ženy	48,0	16,0	32,0

Obrázek 3. Procentuální zastoupení tělesné vody v závislosti na věku (upraveno dle Kittnar, 2011).

## 2.3 Adolescence

Adolescence, jako termín, je odvozen od latinského slova *adolescere*, tedy dospívat, dorůstat. Věk adolescentů je v rozmezí od 15 do 20 let. Je označováno jako přechod mezi dětstvím a dospělostí. J Mladí v tomto období prochází mnohými změnami, ať už se jedná o změny biologické, psychické nebo sociální. Dle Vágnerové (2012) a jiných autorů je adolescence rozdělena na části, ranou adolescenci, která odpovídá věku puberty, tedy 11-15 let a pozdní adolescenci, 15-20 let. Musí se vyrovnávat se změnami a proměnami jako tělesné stavby, tak i sociálních podmínek. Podle mnoha autorů je dospívání obdobím hledání sama sebe, bojem s nejistotou (Macek, 2003).

Raná adolescence zahrnuje prvních 5 let dospívání, tedy pubertálního období, ve kterém dochází k tělesným změnám. U dětí se postupně mění způsob myšlení, rozvíjí se práce s informacemi, které získávají. Značný vliv přináší i změna v emočním systému člověka, stává se více labilnějším a ustupuje od egocentrismu, tedy již není středem světa. V tomto období se adolescenti poprvé setkávají s partnerskými vztahy, které pro ně znamenají nové, neprobádané zkušenosti (Vágnerová, 2012).

Pozdní adolescence se vyznačuje pohlavním dozráním, avšak i tak se může protáhnout a do výše zmiňovaných 20 let, je zde možno vidět individuální variabilita. Již to není tak bouřlivé a negativistické období. Dochází k získávání samostatného rozhodování společně se stanovením hranic, které pro člověka představují osobní limity. Adolescent již v tomto období začíná přemýšlet o budoucnosti, jak v pracovním směru, tak i v osobním životě. Je tedy zřejmé, že toto období sebou přináší mnoho změn, se kterými se mladý člověk musí vypořádat. Další projevy adolescentů se objevují v oblasti kognice, zvyšuje pamětní kapacita, zvládá lepší strategie zapamatování a vybavování si. Důležitým krokem v tomto období bývá zvolení se profese, s tím související příprava na ni. Hledají činnost, která by je bavila, ale také usuzují podle jejich schopností a dovedností (Romer & Walker, 2007).

### 2.3.1 Fyziologický vývoj

Na konci této etapy dochází k plnému rozvoji výkonosti všech orgánů těla: srdce, plíce, svalstvo. Dovalil (2010) uvádí, že se jedná o vrchol lidské výkonnosti, dochází k plnému rozvoji všech pohybových dovedností. Intelektové i senzomotorické schopnosti jsou na dostatečně vysoké úrovni, umožňují tedy podávání vysokých

výkonů. Růst tělesné výšky se výrazně zpomaluje, na konci období zcela končí. V tréninku dokončený rozvoj znamená, že lze zvýšit nároky, objem i intenzitu v tréninku, s následným nástupem maximální trénovatelnosti. Plně rozvíjeny mohou být všechny pohybové schopnosti, nejvíce síla a vytrvalost, organismus sportovce je připraven i na anaerobní zatížení. Ve větší míře je kladen důraz na taktiku a zdokonalování techniky. Více je kladen důraz na přípravu na soutěžní výkon. U žen končí vývoj pohybového aparátu kolem 18 roku, u mužů o 2 až 3 roky později. Vědecky bylo zjištěno, že ženy mají asi o 20 % menší srdce a menší objem plic (Dovalil, 2010).

Postupně se začíná projevovat somatotyp, u chlapců můžeme mluvit o období, kdy snadněji nabírají svalovou hmotu. Z toho tedy vyplývá, že je to období, kdy můžou začít plně trénovat. Nicméně je neustálá potřeba kontrolovat správnou techniku prováděné pohybové aktivity. Jestliže dívky v tomto období zanedbávají pohybovou aktivitu, dochází u nich k většímu nárůstu tukové složky (Dovalil, 2010).

### 2.3.2 Motorický vývoj

Od 16 roku života je toto období označováno jako vrchol motorické aktivity, pořád je možné dále rozvíjet speciální trénovanost. Zejména chlapci rychle získávají sílu, hbitost, jemnou pohybovou koordinaci a smysl pro rovnováhu. Hodnoty maximální spotřeby O<sub>2</sub> rostou, nicméně vlivem nárůstu tělesné hmotnosti nemají až takový význam. Zlepšuje se aerobní výkon, dochází ke zvýšení využívání O<sub>2</sub>, zvětšuje se odolnost vůči laktátu. Zvyšuje se rychlost, síla, vytrvalost, je nezbytné udržovat rozvíjení obratnosti, která se jako první začíná omezovat zhruba kolem 23. roku. Po 30. roku nastává snižování rychlosti, maximální síly a jako poslední se snižuje vytrvalost (Dovalil, 2010).

### 2.3.3 Psychologický vývoj

Dospívání můžeme chápat jako období psychosociální proměny, kdy se plně rozvíjí osobnost adolescenta. Oproti tělesnému růstu, psychický vývoj neustále pokračuje. Ustupují vznětlivost a nestálost z puberty, reakce se zklidňují (Romer & Walker, 2007). Zejména dva důležité procesy jsou ustáleny, jedná se o regulaci chování a emocí, dále je to vnímání a hodnocení risků a zisků související s budoucností. Utváří se výrazný smysl pro pravdu, spravedlnost, prohlubuje se citová oblast. U adolescentů

se začíná projevovat touha osamostatnit se, materiálně se odloučit od rodičů a s tím souvisí nástup zodpovědnosti za vlastní jednání (Vágnerová, 2012).

Začínají se rozvíjet společenské, kulturní a umělecké zájmy. U adolescentů je známé, že se snaží rozvinout a zdokonalit v různých oblastech života, které je zajímají. Je pro ně důležité jednat podle vlastní vůle a motivace, sami si chtějí najít aktivity, ve kterých by se chtěli uplatnit. Nicméně v dnešní moderní době, kdy svět začíná ovládat čím dál více elektronika, je těžké mladé donutit či přimět ke sportu. Je pro ně pohodlnější a přijatelnější využívání mobilních zařízení, jako jsou mobilní telefony a počítače, oblíbenější než samotný pohyb (Vágnerová, 2012).

Do popředí se dostává i emoční vývoj, který jak bylo zjištěno, přímo ovlivňuje pubertu. Může se jednat vyhledávání a realizování rizikových a silných zážitků, nárůst zájmu o druhé pohlaví a sexuální motivaci. Často se mohou objevovat negativní emoce, které souvisí se sebehodnocením, tudíž většinou dívky mohou být nespokojené se svojí postavou (Romer & Walker, 2007). Utváří se jejich vnitřní morálky, přechází od vnějšího řízení k řízením sebou samotným. Situace se již snaží řešit v rámci morálního jednání, než tomu bylo v období puberty (Vágnerová, 2012).

Dalším významným jevem v dospívání jedince je jeho socializace, tedy začleňování do společnosti. Budování vztahů, některé již od mládí jsou pro adolescenty pozitivem. Podstatným procesem se stává sebekategorizace, porovnání rozdílů a podobností s ostatními. Čili zjednodušeně řečeno, jedinec ve v určité skupině chová podle společných rysů, naopak v další skupině lidí se chová zase podle společných charakteristik. Nová situace nastává pro adolescenty, když vnímají změny v sociálním postavení. Přejít například ze střední na vysokou školu. S tím může souviset mnohem menší kontakt s rodinou, či obměna okruhu lidí, se kterými je jedinec v pravidelném kontaktu (Macek, 2003).

#### 2.4 Plavání

Pro tento sport, prováděný ve vodním prostředí je typický cyklický pohyb, horizontální poloha těla a vysoká zdravotní účinnost. Pohyb ve vodě je uskutečněn pohybem horních i dolních končetin. Lokomoce je během závodu souvislá, což znamená, že je kontinuální je i zatížení. Obecně se dá plavání charakterizovat jako rychlostně – vytrvalostní sport. Z toho vyplývá vysoká energetická náročnost (Neuls et. al., 2013).



### 2.4.1 Fyziologie plavání

Plavání je komplexní pohybová aktivita, která se liší v mnoha aspektech od ostatních. Podstatnou část plaveckého výkonu tvoří jak dokonale zvládnutá technika plaveckých způsobů, tak i schopnost provádět aktivitu v různých režimech energetického krytí. Další zvláštností plavání je omezené dýchání, kdy se plavec může nadechnout jen v určité fázi záběru. Tento fakt může působit problémy, jestliže dýchání není dokonale zvládnuto. Nedostatečným dýcháním se zvyšuje srdeční frekvence, a to i při stálé intenzitě cvičení. I srdeční frekvence je při plavání specificky ovlivněna, a to vodním prostředím, kdy na tělo působí tlak vody a hlavně horizontální polohou těla (Benson & Connolly, 2012).

Jelikož pohyb plavce je ve vodě uskutečňován svalovou kontrakcí, kterou je umožněna energií uvnitř svalu. Je tedy pro plavce důležité, aby měl vysokou úroveň kapacity jak aerobního, tak i anaerobního metabolického krytí energie (Pyne & Sharp, 2014). Právě množství dostupné energie je faktorem, který je určující pro výkon plavce, ať už je jedná o rychlost plavání nebo délka trvání plaveckého výkonu (Neuls et. al., 2013).

Cílem tréninkového procesu v plavání je zpřístupnit rychleji větší množství energie pro pracující svalstvo. Tohoto faktu se docílí prostřednictvím adaptačních mechanismů. Jestliže tělo plavce každý den spotřebovává velké množství energie, jeho organismus se přizpůsobí tím, že skladuje více látek, které uvolňují potřebnou energii. Ta je v našem těle uložena v těchto sloučeninách: ATP, CP, glykogen a glukóza, tuky, proteiny (Neuls et. al., 2013).

#### 2.4.1.1 Zdroje energetického krytí

##### **Adenosintrifosfát (ATP)**

Jedná se o jediný zdroj energie pro svalovou kontrakci v lidském těle. Zbytek energetických zdrojů slouží ke znovuoobnovení ATP. V těle je obsaženo ve velmi malém množství a je tudíž potřebné, aby bylo neustále obnovováno. Pro představu, množství ATP ve svalech je dostatečné pro udržení plné svalové kontrakce po dobu jedné až dvou sekund. Aby bylo lidské tělo schopno déle vykonávat svalové kontrakce, je zapotřebí obnovovat množství ATP, k tomu slouží různé energetické zdroje. V první řadě se jedná od kreatinfosfát (CP), který má o trochu větší energetický obsah než ATP. Nicméně je

CP v těle asi 5x více, tudíž jeho zásoba vydrží asi 10 vteřin, musí se i CP obnovovat z dalších zdrojů, a to glykogen a glukóza (Koolman & Röhm, 2012).

### **Kreatinfosfát (CP)**

Kreatinfosfát je nejrychlejším zdrojem pro obnovu ATP v těle. Pomocí enzymu kreatinkinázy dochází k odštěpení molekuly fosfátu od kreatinu za vzniku energie. Odštěpený fosfát společně s uvolněnou energií přispívá k recyklaci ADP na ATP. Z toho vyplývá, že sportovec může udržovat svalovou kontrakci pouze po dobu dostupnosti CP v těle. CP vystačí tedy na dobu asi 10 vteřin, než se projeví únava vlivem snížené dodávky energie a jeho hodnoty se navrací do normálu až v době zotavení (Máček & Radvanský, 2011).

### **Glykogen a glukóza**

Jak bylo zmíněno výše, ATP i CP je v těle velmi malé množství, musí plavec spoléhat na ostatní zdroje energie. Velmi rychlým zdrojem pro svalovou kontrakci je glykogen, který je uložen ve svalech a glukóza, která je obsažena v krvi. Jedná se o primární zdroj pro obnovu ATP v těle. Ve velké míře je využit například u sprinterských disciplín, kde nahrazuje CP (Koolman & Röhm, 2012).

Glykogen je nejen uložen ve svalové tkáni, ale také ve tkáni jaterní a ve formě krevní glukózy, která je transportována k pracujícím svalům. V klidové fázi je glukóza uložena ve formě glykogenu ve svalech a v játrech, při práci není konvertována na glykogen a je rovnou přiváděna do pracujících svalů a tím zabezpečuje velké množství glukózy v pracující tkáni během zatížení. Při plaveckých závodech poskytují velmi malé množství energie, jejich významná úloha nastává při dlouhotrvajícím tréninku, kdy umožňují plavci dlouhodobě vykonávat pohyb vyšší intenzitou (Máček & Radvanský, 2011).

### **Tuky**

Dalším významným zdrojem pro obnovu ATP jsou tuky, avšak jejich proces metabolizace probíhá pouze za dostatečného množství kyslíku. Největší množství tuků je uloženo v tukové tkáni v podkoží. Na tukový metabolismus jsou nejlépe přizpůsobena pomalá svalová vlákna a to hlavně z důvodu velkého množství mitochondrií. Tuky jsou v těle uloženy ve formě triglyceridů, které se dále štěpí na glycerol a tři mastné kyseliny. Glycerol je krví transportován do jater a přeměněn na

glukózu a glykogen, za současného přenosu mastných kyselin do mitochondrie (Koolman & Röhm, 2012).

Vytrvalostní plavci mají obecně vyšší procento tělesného tuku. Z toho vyplývá, že spotřebují větší množství tuku a méně svalového glykogenu. Jejich hlavní role nastává během tréninku při dlouhých sériích, kdy šetří svalový glykogen a tím oddalují únavu svalů. Během dlouhotrvajícího trávajícího tréninku jsou tuky schopné pokrýt až 50 % veškerého zdroje energie (Neuls et. al., 2013).

### **Proteiny**

Proteiny jako zdroj energie pro lidské mají minimální přínos. Jedná se asi od 10 % z celého podílu na energetické krytí. Proteiny vstupují do procesu recyklace ATP ve chvíli, kdy zásoba glukózy v těle klesne pod určitou hranici a je tedy potřeba využít svalový protein. Jde o velmi pomalý a nevhodný proces. Navíc při tomto procesu ztrácejí svalová vlákna silový a vytrvalostní potenciál (Koolman & Röhm, 2012).

#### **2.4.2 Energetické systémy**

Obecně můžeme říci, že při svalové práci dochází k přeměně chemické energie na energii mechanickou. V důsledku této reakce může lidské tělo uskutečnit svalovou práci. Současně při svalové práci vzniká teplo, kterého se musí tělo zbavovat (např. pocením). V lidských svalových buňkách existují tři systémy na obnovu ATP v tělo, ATP-CP systém, anaerobní glykolýza a aerobní (oxidativní) systém (Máček & Radvanský, 2011).

#### **ATP-CP systém**

ATP-CP systém zajišťuje energii primárně pro krátkodobé činnosti s maximální intenzitou, aktivní je vždy na začátku všech pohybových akcí bez ohledu na intenzitu. ATP je jako zdroj energie za fyziologických podmínek nevyčerpatelný, protože při snížení jeho množství v těle je ihned obnovován prostřednictvím ostatních zdrojů. Během prvních pár vteřin dochází k vyčerpání zásob ATP, tudíž je potřeba jej doplnit. K doplnění zásob přispívá reakce ADP a kreatinfosfátu, který dodává fosfátovou skupinu. Tato reakce je dominantní během prvních 2 vteřin po zahájení svalové práce. Reakce je natolik krátká, že při ní nevzniká laktát. Jestliže práce pokračuje déle, podíl tohoto systému na celkovém krytí klesá (Rokyta, 2015).

Po ukončení zátěže dochází opět k rychlému obnovení zásob, během minuty cca na 75-80 %, během 2-3 minut na 100 %. Z toho plyne, že čím větší zásoby CP ve

svalech bude uloženo, bude možné déle provádět krátkodobé, vysoce intenzivní anaerobní výkony (Máček & Radvanský, 2011).

### **Anaerobní glykolýza**

Anaerobní glykolýza se rozjíždí s malou prodlevou po ATP-CP systému a uplatňuje se při vysoce intenzivní práci trvající do 60 sekund. Při této reakci ještě není plně hrazen transport kyslíku do pracujícího svalu. Je výrazně pomalejší než ATP-CP, začíná být dominantní kolem 5. sekundy. Systém je schopen několik následujících sekund udržet vysokou úroveň resyntézy ATP, následně začíná ztrácet své dominantní postavení a začíná klesat (Rokyta, 2015).

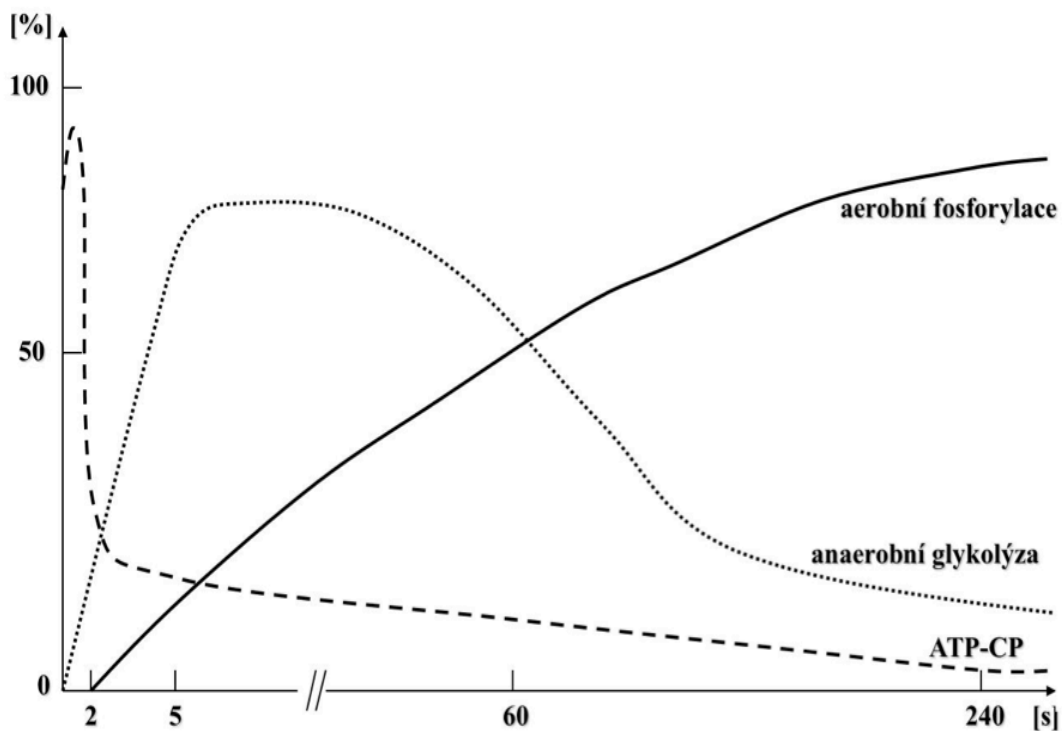
Při produkci energie tímto systémem dochází ke tvorbě a hromadění laktátu, a to i přes jeho rychlé vyplavování do ostatních částí těla. Laktát je dále metabolizován například v játrech, ledvinách, využívají ho nepracující svaly a srdce jako zdroj energie. Jestliže hladina laktátu překoná určitou hranici, dochází k snížení pH ve svalu a k narušení svalových funkcí. Sprinterský trénink může zvýšit rychlost anaerobní glykolýzy (Kittnar, 2011).

### **Aerobní (oxidativní) systém**

Aerobní systém reprodukce ATP je neefektivnější, protože neprodukuje žádné látky způsobující únavu, avšak je nejpomalejším způsobem zisku ATP. Zdrojem pro přeměnu energie jsou tuky a glukóza, produktem systému jsou voda a oxid uhličitý. Plavec je tedy schopen aerobně pracovat tak dlouho, dokud jeho tělo dokáže zpracovat všechno vytvořené laktát (Rokyta, 2015).

Tento systém je dominantní v klidu a při dlouhotrvajícím vytrvalostním výkonu. Zhruba po 60 sekundách, kdy intenzita práce vzrůstá, nahrazuje anaerobní systém a v tu chvíli je jeho hlavním zdrojem glukóza. Aby bylo možné při práci využívat aerobní systém, je potřeba do pracujícího svalu dopravit dostatečné množství kyslíku, to zabezpečují transportní systémy (Máček & Radvanský, 2011).

Po 15 až 20 minutách práce, intenzita 50-60 %  $VO_2max$ , se stávají tuky hlavním zdrojem obnovy ATP. Štěpení tuků, stejně jako u sacharidů, probíhá za dostatečného přísunu kyslíku k pracujícím svalům. V tomto případě tuky šetří zásoby sacharidových zdrojů. Jde o méně hospodárný způsob tvorby ATP, jelikož vyžaduje více kyslíku než u rozkladu glukózy, asi o 7 %. Tento fakt vypovídá o tom, že při produkci energie z tuků nelze vykonávat vysoké pracovní tempo (Rokyta, 2015).



Obrázek 1. Zapojování energetických systémů a jejich přibližný podíl na produkci energie při jednorázové vysoce intenzivní práci (Lehnert et. al., 2014a).

#### 2.4.3 Dýchání a maximální spotřeba kyslíku

Pro organismus je nutný stálý přísun energie, ta se získává biologickou oxidací. Pro tento děj je nezbytný neustálý dostatek kyslíku pro tkáně. Základní funkcí dýchacího systému je obohacování krve kyslíkem a vyloučení oxidu uhličitého. Dýchání umožňuje výměnu vzduchu zevním prostředím a lidským organismem. U dospělého člověka se během nádechu dostává do plic 500ml vzduchu (Rokyta, 2015). Spotřeba kyslíku ( $VO_2$ ) u dospělého zdravého jedince je zhruba  $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . Toto množství kyslíku se dostane do periferních tkání cirkulující krví. Obdobně se ekvivalentní množství  $CO_2$  musí krví transportovat z periferních tkání do plic. Srdeční minutový objem v klidu je přibližně  $5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , je-li spotřeba kyslíku  $250 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  pak 1 l krve musí přetransportovat 50 ml  $O_2$  za minutu. Je-li klidový minutový výdej srdeční  $5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ , pak je krví transportováno ve venózní krvi přibližně  $40 \text{ ml } CO_2 \cdot \text{l}^{-1}$  krve do plic a zde je ventilací vyloučeno (Hoffman, 2014).

V plavání trenéři využívají metody, která se nazývá Kontrolovaná frekvence dýchání. Normální dýchání například u plaveckého způsobu kraul je nádech na každý druhý nebo třetí záběr. Zde se plavec nadechuje třeba na každý šestý, sedmý nebo osmý

záběr. Tím je omezen přísun kyslíku i při nižších intenzitách zatížení (Ciccolella, Drummond, Vanness & West, 2005).

#### 2.4.3.1 Maximální spotřeba kyslíku

Maximální spotřeba kyslíku je definována jako nejvyšší množství kyslíku, které je organismus schopen využít při maximální svalové práci (Rokyta, 2015). Uvádí se v mililitrech na kilogram tělesné hmotnosti za minutu ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Čím vyšší hodnota (např.  $45 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), tím více kyslíku se dostane do svalů a tím rychleji a déle dokážeme provádět fyzickou aktivitu (Neumann et al., 2005). Je udáváno, že na hranici  $\text{VO}_{2\text{max}}$  lze pracovat jen velmi malou dobu, výborný vytrvalci 10-15 minut.

Za limitující faktor  $\text{VO}_{2\text{max}}$  u zdravého jedince považujeme výkonnost srdce. Výkonnost srdce je spojována s množstvím přečerpávaného objemu krve společně se schopností extrahovat kyslík z protékající krve kapilárním systémem svalů. Vzestup hodnoty  $\text{VO}_{2\text{max}}$  společně se zvýšeným objemem cirkulující krve a zvýšenou extrakcí kyslíku je považována za významný projev adaptace při vytrvalostním tréninku (Lehnert, et. al., 2014a).

Průměrná hodnota maximální spotřeby kyslíku se u běžné populace pohybuje u mužů kolem  $45 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , u žen  $35 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Špičkoví vrcholoví sportovci přesahují hodnoty  $\text{VO}_{2\text{max}}$  u mužů  $78 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  a u žen přes  $68 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Ve výkonnostním sportu by se hodnota  $\text{VO}_{2\text{max}}$  měla výše uvedeným hodnotám co nejvíce přibližovat (Korvas & Zahradník, 2012).

#### 2.4.4 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence je nejzákladnějším ukazatelem intenzity zatížení při pohybové aktivitě. S rostoucím zatížením se postupně zvyšuje i srdeční frekvence. U vrcholových sportovců pohybová aktivita vyvolá nižší nárůst srdeční frekvence, než je tomu u netrénovaných jedinců. Vlivem sportovního tréninku dochází ke zvětšování objemu komor srdce a zvýšení síly myokardu. S postupnou adaptací na zatížení vlivem tréninku se srdeční frekvence snižuje. Trénovaní sportovci mají v porovnání s netrénovanými sportovci nižší klidovou srdeční frekvenci (Korvas & Zahradník, 2012).

##### 2.4.4.1 Maximální srdeční frekvence

Maximální srdeční frekvence je definována jako individuální nejvyšší úroveň srdeční frekvence při maximálním úsilí. Měření může probíhat laboratorně nebo pomocí

terénních testů.  $SF_{max}$  určuje horní hranici funkcí kardiovaskulárního systému a dále se využívá při sportovním tréninku pro sestavování pásem intenzity zatížení (Flemer, Němec & Novotný, 2014).

Maximální SF se nemění tréninkem, tudíž ji nelze spojovat se sportovcovou kondicí. Pouze u velice dobře trénovaných sportovců může s tréninkem lehce klesnout. Je ovlivněna mnoha faktory, jako je věk, pohlaví nebo genetický profil plavce. Dále i horizontální poloha, kterou zaujímá plavec ve vodním prostředí má vliv na SF (Viktorjeník et al., 2002).

Pro přesné určení maximální SF při laboratorních testech je důležité brát ohled na to, že každý sportovec je zvyklý na jiný typ zatížení, a proto je potřeba vybrat správný typ testu. Cyklista při běhu na běžeckém pásu nedosáhne takových výsledků jako při jízdě na kole. Při nesprávném testování můžeme dojít k nesprávným výsledkům, a to může dále ovlivnit přípravu sportovce (Neumann et al., 2005).

### **3 CÍLE**

Hlavním cílem této diplomové práce je sledování a hodnocení vybraných somatických a morfologických parametrů u závodních plavců juniorského věku v průběhu ročního tréninkového cyklu v sezoně 2016/2017.

#### **Dílčí cíle**

- Analýza objemu zatížení v ročním tréninkovém cyklu
- Analýza objemu zatížení v jednotlivých tréninkových blocích ročního tréninkového cyklu
- Analýza zahraničních literárních zdrojů týkajících se problematiky sportovního tréninku v plavání a jeho periodizace



## 4 METODIKA

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvoří 4 plavci, 2 chlapci a 2 děvčata, z plaveckého klubu SK UP Olomouc. Tyto plavce vede jako hlavní trenér Mgr. Dušan Viktorjeník, Ph.D. Všichni sledovaní plavci patří do juniorské kategorie, kde patří mezi nejlepší. Pravidelně se účastní nejvyšších soutěží v ČR i v zahraničí. Ve svých disciplínách se pravidelně umisťují mezi nejlepšími závodníky.

Proband 1, závodník juniorské kategorie. Jeho zaměřením jsou sprinterské disciplíny, výhradně se věnuje plaveckému způsobu prsa, 50 a 100 m. Na mistrovství ČR mnohokrát stanul na stupních vítězů, je členem juniorské reprezentace, se kterou jezdí na soustředění.

Proband 2, závodník mladší juniorské kategorie. Zaměřením taktéž na sprinterské disciplíny, jeho hlavním způsobem je znak, 50, 100 i 200 m. Ve svých disciplínách patří mezi nejlepší v kategorii, mnohokrát získal i medaili v žákovských kategoriích, pravidelně se účastní finálových závodů.

Proband 3, závodnice v juniorské kategorii. Zaměřuje se na plavecký způsob znak, kde plave všechny disciplíny, 50, 100 i 200 m. Ve svých disciplínách patří mezi nejlepší, pravidelně se účastní finálových závodů na Mistrovství ČR.

Proband 4, závodnice mladší juniorské kategorie. Závodí ve středně dlouhých a dlouhých disciplínách, 400 a 800 volný způsob. Stejně jako ostatní plavci, patří mezi nejlepší v ČR ve svých disciplínách a pravidelně se účastní Mistrovství dorostu i dospělých.

Měření byla prováděna na konci každého bloku v ročním tréninkovém cyklu, tedy vždy na vrcholu specifické výkonnosti. V našem případě se jedná o sezonu 2016/2017, která je rozdělena na dvě části, zimní a letní. Zimní sezonu je velice krátká, trvá od září do prosince, kdy se většinou koná Mistrovství ČR dorostu a dospělých. Tento závod byl zároveň vrcholem pro plavce v této části sezony. Letní sezona v podstatně delší, trvá od ledna až do července. Proto se také liší délka jednotlivých bloků v zimní a letní sezony.

### 4.2 Kvantifikace zatížení

Sezonu 2016/2017 můžeme rozdělit na dva cykly, zimní a letní cyklus. Na konci každého cyklu byl vrchol sezony, v zimní části sezony to bylo Mistrovství ČR

dospělých a dorostu v krátkém bazénu (25 m bazén) a v létě taktéž Mistrovství ČR, ale na dlouhém bazénu (50 m). Jednotlivé části ročního tréninkového cyklu byly rozděleny do bloků, které se lišily objemem a intenzitou zatížení. Pro přehlednost zde uvedu úrovně zatížení rozlišené do 5 zón:

1) Zóna 1 - Aerobní

Představuje intenzitu, která využívá se při rozplavání a technických cvičení, série trvající kolem 10–30 minut, typické úseky mezi 400 až 1500 metrů. Do této zóny patří i intenzita na úrovni aerobního prahu, typické jsou série trvající kolem 40–60 minut, odpočinek mezi úseky trvající 10–20 sekund (10x400, 20x100).

2) Zóna 2 - Anaerobní práh

Intenzita přibližující se 90 %, zvyšuje se hladina laktátu v těle, série trvající kolem 20 minut, odpočinek mezi úseky trvající 30–90 sekund, typické série 15x100, 8x200 apod., kvůli vysoké náročnosti doporučeno maximálně dvakrát za týden.

3) Zóna 3 – Vytrvalost ve vysokém tempu

Plavání při vysoké intenzitě, delší série trvající kolem 10–15 minut, rozvíjení práce nad anaerobním prahem, odpočinek ovlivněn délkou plavaného úseku (1:1, 1:1,5 nebo 1:2), typické série 2x400, 5x200, 12x100.

4) Zóna 4 - Trénink závodního tempa

Vysoká intenzita zatížení plavaných úseků, odvíjí se od nejlepších časů sledovaných tratí. Vysoká tvorba laktátu, nácvik plaveckého tempa, počet záběrů i nádechů na určité trati. Typická série 6x100, interval odpočinku (1:5, 1:4).

5) Zóna 5 - Sprint

Jedná se o trénink maximální rychlosti, plavány nejkratší úseky, s dostatečným odpočinkem. Důležitá okamžitá zpětná vazba. Typické série jsou 12x25, 10x50 (Sweetenham & Atkinson, 2003).

#### 4.2.1 Zimní sezona

Zimní cyklus je oproti letnímu kratší, byl rozdělen do 4 bloků. První blok trval celkově 7 týdnů. Součástí tohoto bloku byly 2 týdny, které sloužily plavců k rozplavání po měsíčním volnu. Během těchto dvou týdnů plavci plavali výhradně v zóně 1. První blok je specifikován aerobně rozvíjející, vysoké objemy kilometry plavány v zóně 1, občas doplněny sériemi v zónách 2+3. V prvním bloku zařazení plavání v zónách 4 a 5 postrádá smysl. Všichni probandi se na konci tohoto bloku zúčastnili soustředění SCM, avšak proband 1 kvůli zranění soustředění ukončil dříve.

Druhý blok se skládal ze 4 týdnů, kdy plavci začali plavat více v zónách 2+3, zvyšoval se i podíl plavání v zónách 4+5. Jednalo se o blok anaerobně rozvíjející čili vzrůstala intenzita plavání, za mírného snížení počtu naplavaných kilometrů. Proband 1 se opět zúčastnil soustředění, tentokrát s juniorskou reprezentací.

Třetí blok, složený ze 4 týdnů, sloužil k rozvoji kondice v zóně 2+3, především ale byl zaměřen na rozvoj v zónách 4+5. Poměr zón se lišil od prvních dvou bloků, a to hlavně z důvodu, že ubylo plavání v zóně 1 a plavci trénovali mnohem více v zónách 2+3 a 4+5. Proband 1 prodělal v tomto bloku nemoc, proto uplaval pouze 3 týdny v tomto tréninkovém bloku.

Posledním blokem před vrcholem zimní sezony bylo dvoutýdenní vylad'ování. Tato část sezony je velice specifická, plavci trénují především své tratě v závodním tempu. Z toho vyplývá intenzita i objem zatížení, vysoká intenzita při nízkém objemu, s optimální intervalem odpočinku během sérií.

#### 4.2.2 Letní sezona

Letní sezona je v porovnání se zimní mnohem delší, trvá od ledna do července, kdy se koná Mistrovství ČR na dlouhém bazénu. Trenér tedy musí optimálně rozvrhnout rozdělení sezony na bloky. V našem případě byla sezona rozdělena na 7 tréninkových cyklů, složených z 26 týdnů. Oproti zimní sezony, bloky jsou delší, bývají tedy proloženy stabilizačními týdny, které slouží buď jako odpočinkový týden nebo jsou využívány k udržení aktuální plavecké výkonnosti.

První cyklus sezony byl přechodné a odpočinkové období, trvalo 5 týdnů. Většinou zde plavci dodělávají resty ve škole, jezdí na soustředění na horách. I proto se toto období využívá k rozvoji všeobecné vytrvalosti, plave se převážně v zóně 1, velká

část objemu kilometrů je plavána kraulem, minimálně se plave hlavním způsobem plavců.

Další byl do tréninkového plánu vložen 1. blok, který byl složen ze 6 týdnů. I v tomto bloku se plave převážně v zóně 1, avšak se vzrůstajícím podílem zóny 2+3. Z toho tedy vyplývá, že velikost objemu zůstává nebo je lehce nižší, ale s vyšší intenzitou plavání. Na konci tohoto bloku byl vložen odpočinkový týden. Probandi 2 a 4 prodělali onemocnění, z toho plyne nižší objem zatížení v tomto bloku oproti zbylým dvě probandům.

Následoval 2. blok, který můžeme charakterizovat jako stabilizační. Objem i intenzita v tréninku byla nižší, vložen byl z důvodu dalšího bloku, který měl být náročný. Proband 1 v tomto bloku absolvoval reprezentační soustředění, zbylí probandi trénovali ve svém klubu.

Dalším blokem byl blok 3A, složený ze 4 týdnů, kde poslední týden bylo soustředění v polském městě Debica. Intenzita zatížení byla na úrovni anaerobního prahu, odpovídá tedy zónách 2+3, se současným zvýšením tréninku v zónách 4+5. V tomto bloku se plavci již věnovali svým hlavním disciplínám. Soustředění bylo rovněž zaměřeno na rozvoj plavání na úrovni anaerobního prahu.

Po bloku 3A následoval blok 4A. Jednalo se o týdenní ladění po soustředění a před kontrolním závodem, který byl Orca Cup v Bratislavě. Trenér zvolil tento závod pro ověření aktuální výkonnosti plavců.

Po tomto vyladovacím týdnu byl tréninkového plánu vložen blok 3B, opět zaměřen na rozvoj úrovně anaerobního prahu. Blok byl složen z 5 tréninkových týdnů. Intenzita plavaných sérií byla rozložena převážně do zón 2+3 a 4+5, kdy již většina úseků byla plavána hlavním způsobem plavců.

Posledním blokem v tréninkovém plánu byl blok 4B, tedy druhý vyladovací blok. Nyní již byl rozložen do dvou týdnů, z důvodu blížícího se Mistrovství ČR v dlouhém bazénu. Intenzita plavaných úseků byl již v závodním tempu a délka úseků se přibližovala tratím plavaných na soutěži

#### 4.2.3 Objem zatížení v průběhu ročního tréninkového cyklu

Z celkového objemu zatížení jsme vypočítali, že v zóně 1 uplavali asi 74 % z celkového objemu, v zóně 2+3 naplavali asi 18 % a v zóně 4+5 asi 8 %. Toto

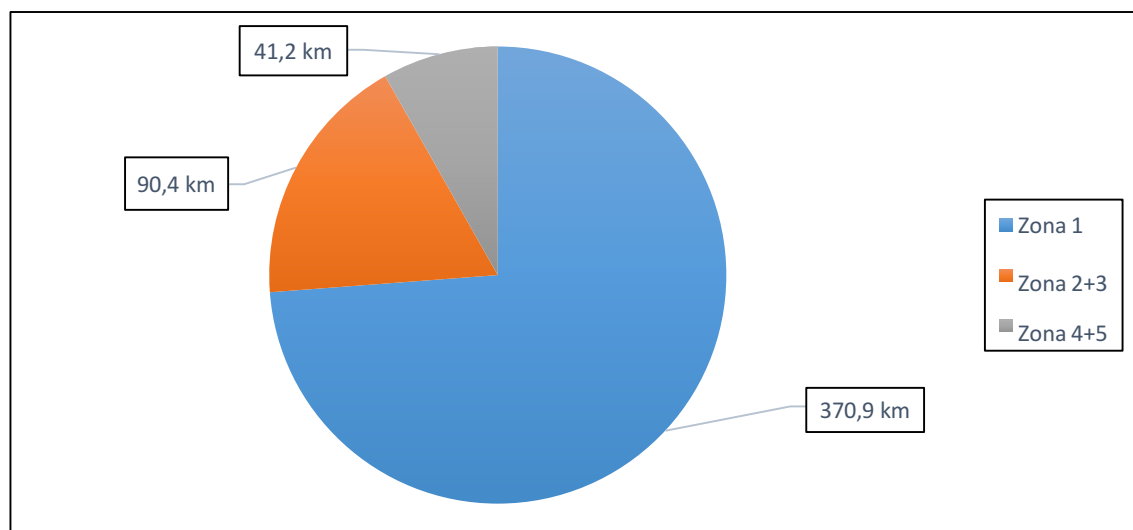
rozložení objemu zatížení téměř odpovídá literaturám, kde například Sweetenham & Atkinson (2003) uvádějí, že v zóně 1 by mělo být uplaváno 70 % z celkového objemu km, v zóně 2+3 20 % a zóně 4+5 10 %.

V tabulce 3. je zobrazen objem zatížení probandů v jednotlivých blocích zimní sezony.

Tabulka 3. Objem zatížení (km) v jednotlivých blocích v průběhu zimní sezony

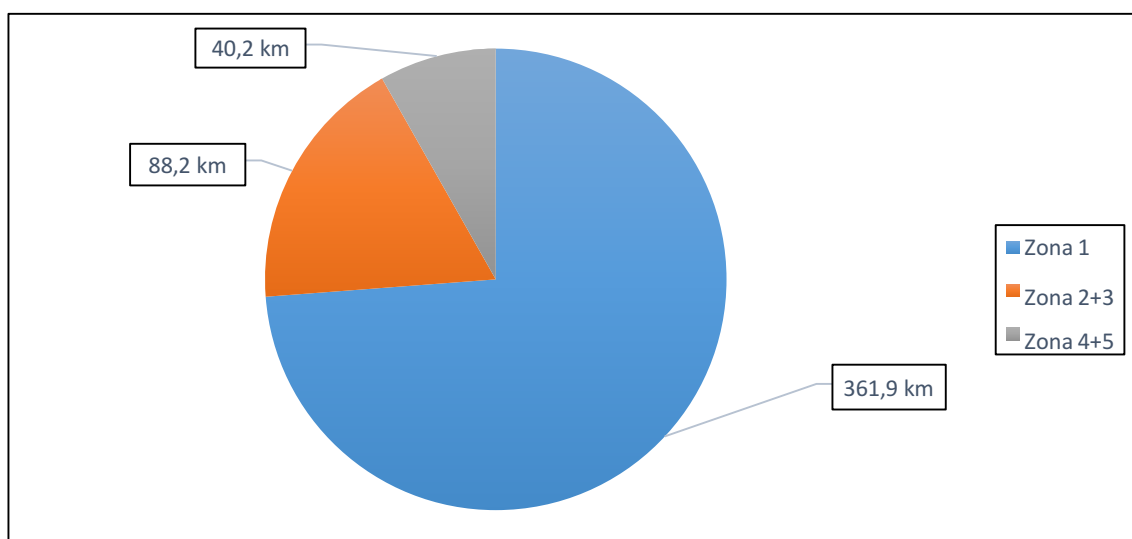
	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
Proband 1	217	145,4	88,4	51,8
Proband 2	243	109,8	121,1	15,4
Proband 3	261,2	103,7	108,4	51,8
Proband 4	235	140,7	122,7	42

Proband 1 za zimní sezonu uplavál celkem 502,5 km. Zúčastnil se dvou soustředění, jedno s SCM a druhé s juniorskou reprezentací. Pro lepší přehlednost je objem zatížení v jednotlivých zónách probanda 1 zobrazen v grafu 1.



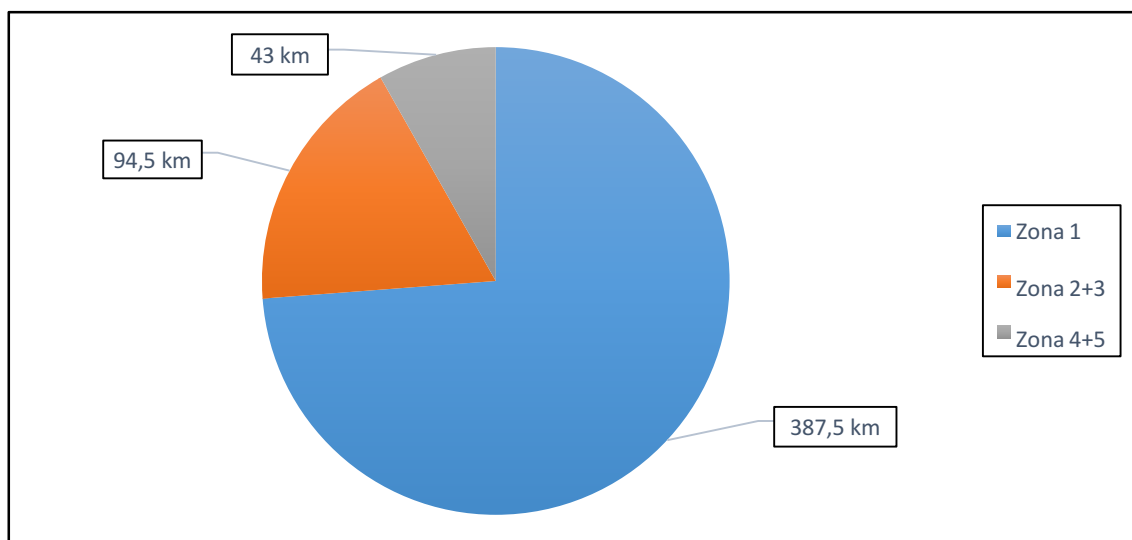
Graf 1. Objem zatížení v zimní sezoně v jednotlivých zónách - proband 1

Proband 2 uplavál za zimní sezonu 490,3 km, nejméně ze všech plavců. Způsobené to bylo zřejmě častými nemocemi a také možná z důvodu, že jako jediný závodil na dvou Mistrovství ČR. Objem zatížení v zónách jsou zobrazeny v grafu 2.



Graf 2. Objem zatížení v zimní sezoně v jednotlivých zónách - proband 2

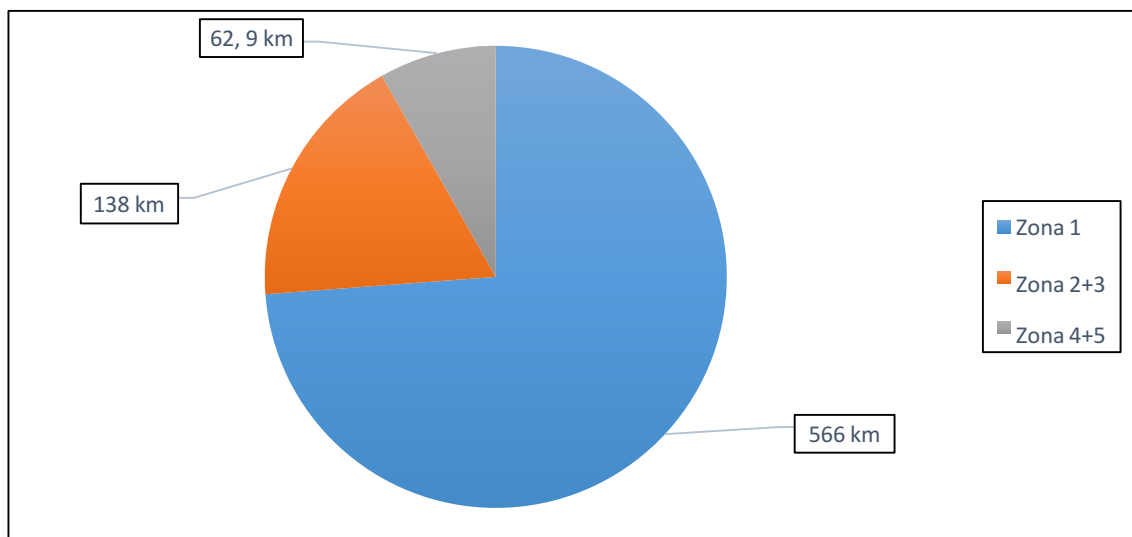
Proband 3 v průběhu zimní sezony, až na pár výpadků způsobené nachlazením nebo nemocí, odtrénoval téměř nejvíce. V součtu všech bloků celkově uplaval 525 km. Oproti předchozím probandům, je zaměření proband 3 i na 200 znak, tudíž bylo potřeba naplavat v některých sériích delších úseky. Objem zatížení v jednotlivých zónách jsou zobrazeny v grafu 3.



Graf 3. Objem zatížení v zimní sezoně v jednotlivých zónách - proband 3

Nejvíce naplavaných kilometrů měl v zimní sezon proband 4, plyne to ze zaměření na středně dlouhé a dlouhé tratě. Série pro tohoto plavce bylo tedy upraveny na delší úseky proti ostatním probandům. Celkově proband 4 uplaval za všechny bloky

v zimní sezoně 542,9 km. Objem zatížení v jednotlivých zónách jsou zobrazeny v grafu 4.



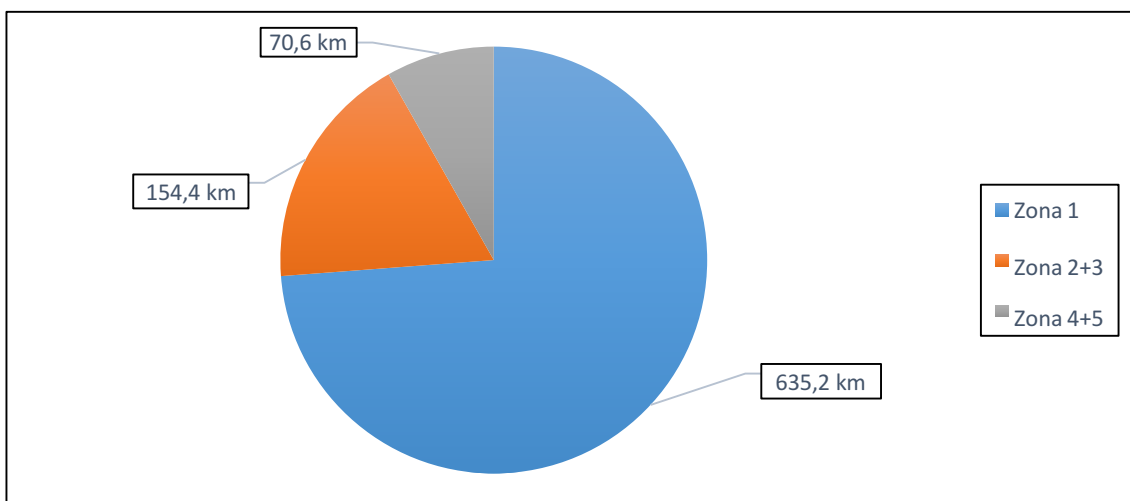
Graf 4. Objem zatížení v zimní sezoně v jednotlivých zónách - proband 4

Letní sezona byl oproti zimní delší, byla tedy rozložena do 7 tréninkových období. Rozložení objemu zatížení do jednotlivých zón opět téměř odpovídá literatuře, zóna 1 tvoří asi 73 %, zóna 2+3 asi 19 % a zóna 4+5 asi 9 %. Objem zatížení probandů v jednotlivých zónách jsou zobrazeny v tabulce 4.

Tabulka 4. Objem zatížení (km) v jednotlivých blocích v průběhu letní sezony

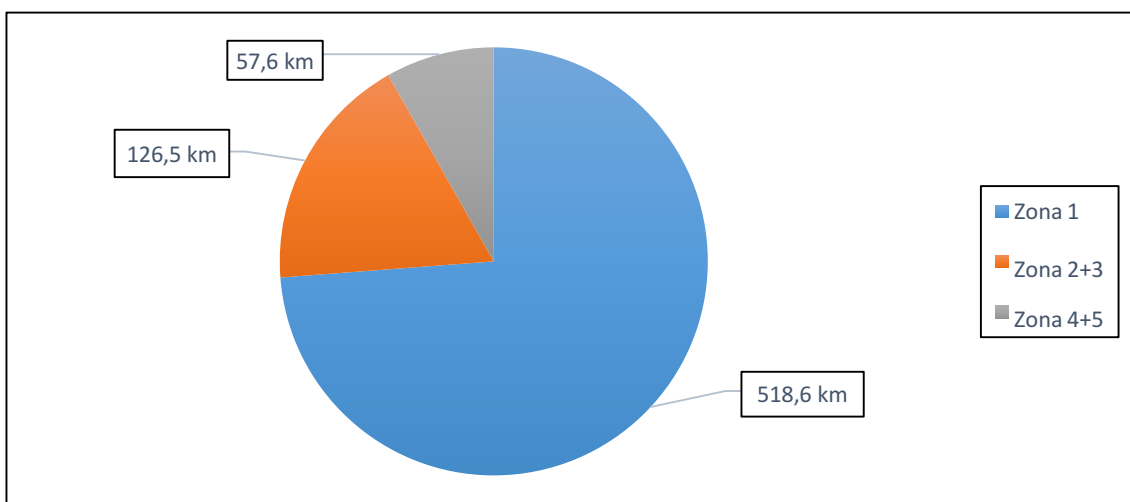
	Přechodné období	Blok1	Blok 2	Blok 3A	Blok 4A	Blok 3B	Blok 4B
Proband 1	98,7	209,7	167,8	163,5	9,3	139,9	71,8
Proband 2	92,4	166,4	65,5	156,5	9,3	141,5	71,2
Proband 3	61,9	209,7	69,3	168,7	14	141,5	68,5
Proband 4	132,4	141,6	74,3	158,1	14	112,3	68,5

Proband 1 se v průběhu letní sezony zúčastnil dvou soustředění, s juniorskou reprezentací a s domácím klubem. Za letní sezonu jeho objem zatížení činil 860,7 km, objem km v jednotlivých zónách je zobrazen v grafu 5.



Graf 5. Objem zatížení v letní sezoně v jednotlivých zónách - proband 1

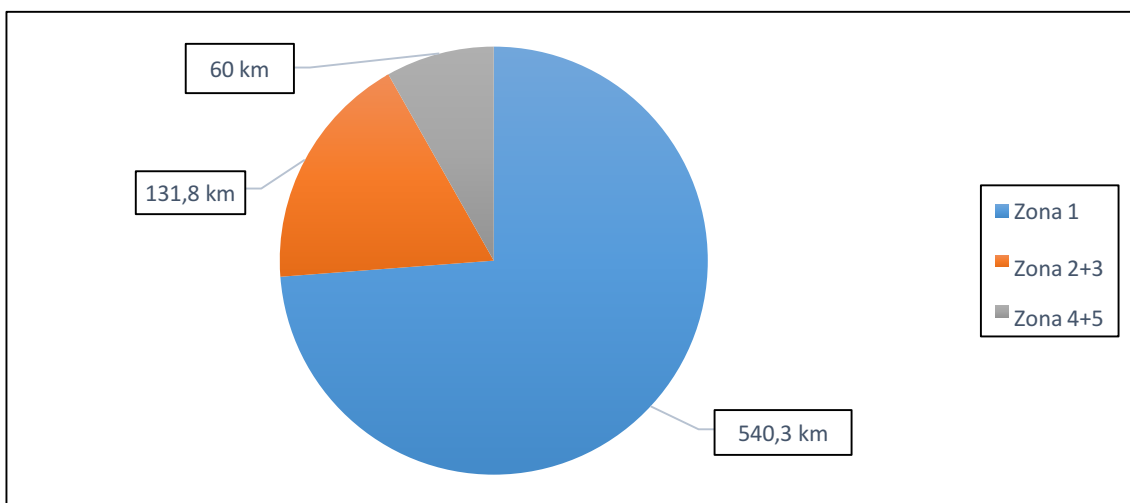
Proband 2 zvládl uplavat za letní sezonu 702,7 km. I přes občasná nachlazení trénoval téměř nepřetržitě, což také bylo vidět na vrcholu sezony, kdy se zaplavával na vše osobní rekordy. V grafu 6. je zobrazen objem zatížení v jednotlivých zónách.



Graf 6. Objem zatížení v letní sezoně v jednotlivých zónách - proband 2

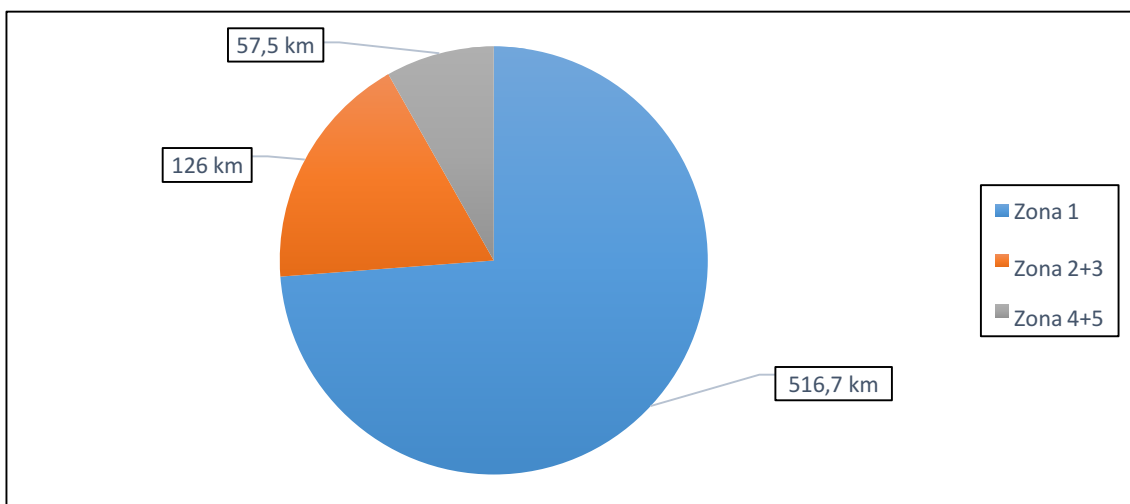
Druhý největší počet kilometrů měl uplaváno proband 3. Ačkoliv se zúčastnil pouze soustředění s klubem, tak za letní sezonu naplavával celkem 732,1 km. V grafu 7. je zobrazen objem zatížení probanda 3 v zónách zatížení.





Graf 7. Objem zatížení v letní sezoně v jednotlivých zónách - proband 3

Proband 4 se potýkal s častými zdravotními důvody, proto tento plavec uplavál nejméně kilometrů, i když je jeho zaměří na středně dlouhé a dlouhé tratě. I tak jeho objem zatížení činil 700,2 km, které jsou rozděleny do zón v grafu 8.



Graf 8. Objem zatížení v letní sezoně v jednotlivých zónách - proband 4

#### 4.3 Získávání a zpracování dat

Sběr dat byl proveden pomocí přístroje InBody 230, metodou bioelektrické impedance. Každému měřenému probandovi byla před samotným testováním změřena výška antropometrem. Měření probíhala terénně, na plaveckém stadionu města Olomouc, ve speciálně vyčleněné šatně pro toto měření. Pro měření zde byly vytvořeny standardizované podmínky, měření probíhala předepsaným způsobem. Změřená data byla zpracována v programu Microsoft Excel 2016.

#### 4.3.1 InBody 230

Přístroj InBody 230 je moderní, rychlý, přesný a velice populární analyzátor tělesného složení v dnešní době. Pracuje na bázi bioelektrické impedance, což je popsáno výše, v kapitole 2.2.3 Bioelektrická impedance. Je využívám především díky schopnostem přístroje analyzovat široké množství hodnot tělesného složení (množství tuku, tukuprosté hmoty), diagnóze obezity (procentuální zastoupení tuku, WHR – poměr boků a pasu), také kvůli spolehlivosti a přesnosti měření (InBody, 2004).

Metoda měření probíhá pomocí elektrického proudu, který prochází naším tělem přes 8 elektrod umístěných na přístroji. Proud volně prochází tekutinami ve svalových vláknech, tukovou tkání proud neprochází, tudíž v těle působí jako izolant. Z naměřené hodnoty odporu, poměru tělesné výšky a hmotnosti vypočítá přístroj zastoupení tuku a dalších hodnot v těle (InBody, 2004). Přístroj InBody rozdělí lidské tělo na 5 segmentů, horní a dolní končetiny a trup. Analýza trupu je při měření rozhodujícím faktorem, z důvodu velkého podílu na metabolismu těla. Při měření tělem prochází čtyři elektrická napětí a proudy, které prochází všemi 5 segmenty těla. InBody 230 využívá 6 frekvencí 1, 5, 50, 250, 500 a 1000 kHz. Množství frekvencí umožňuje přesnější měření intr i extra celulární tekutiny (InBody, 2014).

## 5 VÝSLEDKY

Výzkum probíhal v sezoně 2016/2017, kdy jsme provedli měření po každém tréninkovém bloku, tedy můžeme porovnat jednotlivé bloky a změn komponent tělesného složení. Výsledky měření jsou pro přehlednost zobrazeny pomocí tabulek.

### 5.1 Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 1

Tabulka 5. Výsledky měření somatických a morfologických parametrů v průběhu rtc u probanda 1

Číslo měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<b>výška (cm)</b>	185	185	185	185	185	187	187	187	187	187
<b>hmotnost (kg)</b>	73,5	73	72,6	72,4	74,1	74,5	75	75,7	75,8	74,7
<b>BMI</b>	21,5	21,3	20,8	20,7	21,6	21,3	21,7	21,9	21,9	21,6
<b>svalová tkáň (kg)</b>	38,9	39,5	40,2	40,1	40,9	41,2	41,5	41,3	41,5	40,8
<b>tuková tkáň (kg)</b>	5	3,3	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	3,3	3,2	3,5
<b>TBW (kg)</b>	50,2	50,6	51,4	51,4	52,5	52,7	53,2	53	53,1	52,1
<b>FFM (kg)</b>	68,5	69,4	70,4	70,2	71,8	72,2	72,7	72,4	72,6	71,2
<b>% tuku</b>	6,8	4,4	3	3	3,2	3,1	3,1	4,4	4,2	4,7
<b>BMR</b>	1850	1863	1891	1887	1920	1929	1940	1933	1939	1907
<b>FFM-PHK (kg)</b>	3,8	3,9	4	4	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,2
<b>LHK (kg)</b>	4	4	4	4	4,1	4,1	4,2	4,2	4	4,2
<b>trup (kg)</b>	29,7	29,8	30	30,4	30,5	30,7	31,2	31,1	30,6	31,4
<b>PDK (kg)</b>	11	11,2	11,5	11,6	11,5	11,6	11,5	11,5	11,6	11,1
<b>LDK (kg)</b>	11,1	11,3	11,7	11,7	11,6	11,8	11,6	11,6	11,7	11,4
<b>TUK-PHK (kg)</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>PHK (%)</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>LHK (kg)</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>LHK (%)</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>trup (kg)</b>	1,9	0,9	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	1	0,9	1
<b>trup (%)</b>	5,8	4	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>PDK (kg)</b>	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
<b>PDK (%)</b>	7,3	4,2	3,7	3,9	3,8	3,8	3,6	4,9	4,7	5,3
<b>LDK (kg)</b>	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
<b>LDK (%)</b>	7,3	4,2	3,8	3,9	3,8	3,8	3,7	4,9	4,7	5,3

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

První měření bylo provedeno po letní pauze, kdy plavci měli úplné volno od plaveckého tréninku. S trénováním znovu začali na konci srpna, kdy začali se dvěma rozplavávacími týdny. Proband 1 začínal tedy sezonu s váhou 73,5 kg, z toho 38,9 kg tvořily svaly a 5 kg zabíral v těle tuk, procentuálně tvořil 6,8 % tělesné hmotnosti. Následovali další 4 týdny tréninkového procesu, který byl převážně zaměřen na aerobní vytrvalost.

Následující tabulka 6. názorně zobrazuje změny, ke kterým došlo v průběhu ročního tréninkového cyklu mezi jednotlivými bloky.

Tabulka 6. Rozdíl somatických a morfologických parametrů mezi jednotlivými bloky rtc u probanda 1

	1.-2.	2.-3.	3.-4.	4.-5.	5.-6.	6.-7.	7.-8.	8.-9.	9.-10.
<b>výška (cm)</b>	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<b>hmotnost (kg)</b>	-0,5	-0,4	-0,2	1,7	0,4	0,5	0,7	0,1	-1,1
<b>BMI</b>	-0,2	-0,5	-0,1	0,9	-0,3	0,4	0,2	0,0	-0,3
<b>svalová tkáň (kg)</b>	0,6	0,7	-0,1	0,8	0,3	0,3	-0,2	0,2	-0,7
<b>tuková tkáň (kg)</b>	-1,7	-1,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,0	-0,1	0,3
<b>TBW (kg)</b>	0,4	0,8	0,0	1,1	0,2	0,5	-0,2	0,1	-1,0
<b>FFM (kg)</b>	0,9	1,0	-0,2	1,6	0,4	0,5	-0,3	0,2	-1,4
<b>% tuku</b>	-2,4	-1,4	0,0	0,2	-0,1	0,0	1,3	-0,2	0,5
<b>BMR</b>	13,0	28,0	-4,0	33,0	9,0	11,0	-7,0	6,0	-32,0
<b>FFM-PHK (kg)</b>	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
<b>LHK (kg)</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	-0,2	0,2
<b>trup (kg)</b>	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,5	-0,1	-0,5	0,8
<b>PDK (kg)</b>	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,0	0,1	-0,5
<b>LDK (kg)</b>	0,2	0,4	0,0	-0,1	0,2	-0,2	0,0	0,1	-0,3
<b>TUK-PHK (kg)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>PHK (%)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>LHK (kg)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>LHK (%)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>trup (kg)</b>	-1,0	-0,6	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,6	-0,1	0,1
<b>trup (%)</b>	-1,8	-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>PDK (kg)</b>	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
<b>PDK (%)</b>	-3,1	-0,5	0,2	-0,1	0,0	-0,2	1,3	-0,2	0,6
<b>LDK (kg)</b>	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
<b>LDK (%)</b>	-3,1	-0,4	0,1	-0,1	0,0	-0,1	1,2	-0,2	0,6

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Druhé měření bylo provedeno po ukončení prvního tréninkového, aerobního bloku. Z tabulky 6. můžeme vyčíst nepatrné změny jednotlivých parametrů tělesného složení. Po tomto bloku se hmotnost probanda snížila 0,5 kg, převážně se snížila hodnota tělesného tuku, což se také promítlo do procentuálního zastoupení, které nyní činilo 4,4 %. Nárůst zaznamenala tukuprostá hmota (FFM), která se vzrostla o 0,9 kg, z toho 0,6 kg tvořilo svalstvo. Nepatrně vzrostla i tělesná voda, u které nová hodnota činila 50,6 kg z celkové tělesné hmotnosti. Nepatrný nárůst zaznamenaly hodnoty tukuprosté hmoty na jednotlivých částech těla. Současně se snížila i tuková složka, nejvíce na trupu o 1 kg.

Následující druhý blok, zaměřený na rozvoj výkonosti na úrovni anaerobního prahu, opět vyvolal u probanda další změny v tělesném složení. Hmotnost klesla o 0,4 kg na 72,6 kg. Tuková tkáň se opět snížila, o 1,1 kg, a to převážně na trupu, výsledné procentuální zastoupení tělesného tuku vůči celkové hmotnosti bylo 3 %. Znovu můžeme pozorovat změny v tukuprosté hmotě, kdy došlo k nárůstu 1 kg, z toho 0,7 kg tvořil nárůst svalové tkáně, což zřejmě přispělo k zvýšení celkové vody o 0,8 kg. Nepatrný nárůst tukuprosté složky můžeme pozorovat i jednotlivých částí těla.

V pořadí čtvrté měření bylo provedeno po bloku, kde se plavci zaměřovali na rozvoj výkonnosti v jejich hlavních disciplínách, tedy intenzitou se jich přibližovali závodnímu tempu. Následovaly dva týdny vyladování a odjezd na MČR. Z tabulky 6. můžeme vyčíst, že u probanda 1 nenastaly téměř žádné změny. Nejvýraznější změnou byl nárůst tukuprosté hmoty na trupu o 0,4 kg. Z toho zřejmě vyplývá, že od třetího bloku se jeho tělesné složení ustálilo.

Následující měření jsme provedli po prvním tréninkovém bloku letní sezony, což bylo přechodné a odpočinkové měření, které bylo zaměřeno na všeobecnou vytrvalost. Proband během tohoto období netrénoval tak často a intenzivně, avšak začal se suchou přípravou. Měření nám ukázalo, že u probanda došlo k nárůstu tělesné hmotnosti o 1,7 kg, z toho tvořila 1,6 kg tukuprostá hmota. Což přispělo k nárůstu svalové složky o 0,8 kg i celkové tělesné vody. Hodnoty FFM na jednotlivých částech těla se téměř nezměnily.

Druhé měření, provedené po převážně aerobním bloku 1, nám ukázalo, že tělesná výška probanda vzrostla o 2 cm a na tělesné hmotnosti nabral 0,4 kg, a to převážně na tukuprosté hmotě, čímž se také zvýšila svalová tkáň. Hodnoty tukové složky se nezměnily téměř vůbec.

Následujícím tréninkovým cyklem bylo blok 2, dvoutýdenní cyklus, kde se proband zúčastnil náročného reprezentačního soustředění. Do ročního tréninkového cyklu byl dále vložen tréninkový blok 3A, který zaměřen na práci na úrovni anaerobního prahu. Zvyšoval se také podíl plavání hlavní disciplínou. Na konci bloku bylo zařazeno soustředění. Proto bylo měření vloženo těsně před začátkem soustředění. U probandu v tomto bloku můžeme pozorovat pozvolný nárůst hmotnosti, který činil 0,5 kg. Svalový složka tělesného složení vzrostla o 0,3 kg a tuková složka zůstala opět beze změn.

Po tomto bloku a soustředění následoval blok 4A, týdenní vyladování na kontrolní závody Orca Cup v Bratislavě. Během tohoto týdne plavci odpočívali. Tedy změny jsou hodnoceny po týdenním intenzivním tréninku a týdenním odpočinku. Z tabulky 6. můžeme vyčíst, že tělesná hmotnost vzrostla o 0,7 kg, a to hlavně kvůli nárůstu tukové složky. Mírný pokles zaznamenala tukuprostá hmota společně s tělesnou vodou.

Další měření bylo provedeno po následujícím bloku, kterým byl blok 3B, opět zaměřený na rozvoj výkonosti na úrovni anaerobního prahu, s vyšším podílem plavání hlavním způsobem a tréninkem závodního tempa. Tento tréninkový cyklus zapříčinil nepatrný nárůst svalové tkáně o 0,2 kg a úbytku tukové složky o 0,1 kg. Z tabulky 6. Můžeme vyčíst, že žádné výrazné změny během tohoto cyklu v tělesném složení plavce nenastaly.

Poslední částí tohoto ročního tréninkového cyklu byl blok 4B, tedy druhý vyladovací blok sezony. Jednalo se o dvoutýdenní cyklus, zaměřený na odpočinek a plavání převážně v závodním tempu. Měření bylo provedeno těsně před odjezdem na vrchol sezony, MČR v Praze. Z výsledků je možné vyčíst, že hmotnost probanda klesla o 1,1 kg, což však zapříčinil pokles tukuprosté hmoty, kde výraznou část tvořila svalová složka. Dalším složkou u, které můžeme pozorovat pokles, je celková tělesná voda, která se snížila o 1 kg. I když se podíl svalové složky snížil, z tabulky 6. můžeme vyčíst, že na trupu tukuprostá hmota vzrostla téměř o jeden kilogram a na dolních končetinách naopak došlo k úbytku.

Jestliže porovnáme výsledky celkově za celou zimní a letní sezonu, lze konstatovat, že v průběhu letní sezony bylo tělesní složení probanda téměř totožné, s drobnými změnami. Poměrně velký rozdíl byl mezi zimní a letní sezonou, kdy za první období probanda nabral téměř 2 kg, převážně tukuprosté hmoty. Jednou z příčin mohlo být zařazení suché přípravy, kdy třikrát týdně probanda začal posilovat. Výrazné změny můžeme pozorovat v průběhu zimní sezony. Oproti začátku zimní sezony, proband ztratil na váze téměř 3 kg tuku, avšak došlo k nárůstu přes 2 kg tukuprosté hmoty, převážně svalové tkáně.

## 5.2 Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 2

Tabulka 7. Výsledky měření somatických a morfologických parametrů v průběhu rtc u probanda 2

Číslo měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<b>výška (cm)</b>	176	177	177	177	178	181	182	182	182	182
<b>hmotnost (kg)</b>	65,9	64,7	63,6	62,9	67,5	65,9	67,1	67,5	66,9	64,9
<b>BMI</b>	21,5	21,1	20,5	20,3	21,8	21,5	20,3	20,4	20,2	19,4
<b>svalová tkáň (kg)</b>	31,6	31,4	31,1	31,6	33,1	31,6	34,5	33,6	34,6	34,3
<b>tuková tkáň (kg)</b>	9,5	9	8	6,7	8,7	9,5	6,1	7,7	5,7	4,1
<b>TBW (kg)</b>	41,4	41,2	40,8	41,2	43,1	41,4	44,7	43,9	44,9	44,5
<b>FFM (kg)</b>	56,2	55,9	55,6	56,2	58,8	56,2	61	59,8	61,2	60,8
<b>% tuku</b>	14,4	13,2	12,6	10,6	13	14,4	9,1	11,4	8,5	6,4
<b>BMR</b>	1589	1580	1571	1584	1639	1589	1688	1662	1693	1682
<b>FFM-PHK (kg)</b>	3,2	3,2	2,9	3	3,3	3,2	3,5	3,2	3,3	3,4
<b>LHK (kg)</b>	3,2	3,2	2,9	3	3,4	3,2	3,5	3,2	3,2	3,4
<b>trup (kg)</b>	25,7	25,7	24,1	24,3	26,4	25,7	27,5	25,8	26,1	26,8
<b>PDK (kg)</b>	8,6	8,6	8,9	9,1	8,9	8,6	9,7	10	10,3	10,1
<b>LDK (kg)</b>	8,6	8,6	8,9	9,1	8,9	8,6	9,8	10	10,4	10,1
<b>TUK-PHK (kg)</b>	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1
<b>PHK (%)</b>	9,9	9,9	9,9	7,7	8,5	9,9	3,7	8,1	5,1	3
<b>LHK (kg)</b>	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1
<b>LHK (%)</b>	10,1	10,1	10,5	8,2	8,4	10,1	3,9	8,5	5,3	3
<b>trup (kg)</b>	4,7	3,4	3,5	2,7	4,2	4,7	2,5	3,4	2,2	1,2
<b>trup (%)</b>	14,6	11,2	12,2	9,6	13,1	14,6	7,9	11	7,2	4,1
<b>PDK (kg)</b>	1,5	1,4	1,4	1,2	1,4	1,5	1,1	1,4	1,1	0,9
<b>PDK (%)</b>	14	13	12,7	11,2	12,8	14	9,7	11,5	9,1	7,6
<b>LDK (kg)</b>	1,5	1,4	1,4	1,2	1,4	1,5	1,1	1,4	1,1	0,9
<b>LDK (%)</b>	14	13	12,7	11,2	12,8	14	9,7	11,4	9	7,6

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Z tabulky 7. můžeme vyčíst výsledky, které jsme naměřili během prvního měření, které jsme stejně jako u předchozího probanda provedli na konci srpna, kdy plavci začínali zimní sezonu po letním volnu. Proband 2 po pauze vážil 65,9 kg, z celkové tělesné hmotnosti tvořila tukuprostá hmota 56,2 kg a svalová tkáň 31,6 kg. Tuková složka činila 9,5 kg z celkové tělesné hmotnosti, zastoupení tuku bylo 14,4 % z celkové hmotnosti.

V tabulce 8. jsou zobrazeny rozdíly mezi jednotlivými tréninkovými bloky.



Tabulka 8. Rozdíl somatických a morfologických parametrů mezi jednotlivými bloky rtc u probanda 2

	1.-2.	2.-3.	3.-4.	4.-5.	5.-6.	6.-7.	7.-8.	8.-9.	9.-10.
<b>výška (cm)</b>	1	0	0	1	3	1	0	0	0
<b>hmotnost (kg)</b>	-1,2	-1,1	-0,7	4,6	-1,6	1,2	0,4	-0,6	-2,0
<b>BMI</b>	-0,4	-0,6	-0,2	1,5	-0,3	-1,2	0,1	-0,2	-0,8
<b>svalová tkáň (kg)</b>	-0,2	-0,3	0,5	1,5	-1,5	2,9	-0,9	1,0	-0,3
<b>tuková tkáň (kg)</b>	-0,5	-1,0	-1,3	2,0	0,8	-3,4	1,6	-2,0	-1,6
<b>TBW (kg)</b>	-0,2	-0,4	0,4	1,9	-1,7	3,3	-0,8	1,0	-0,4
<b>FFM (kg)</b>	-0,3	-0,3	0,6	2,6	-2,6	4,8	-1,2	1,4	-0,4
<b>% tuku</b>	-1,2	-0,6	-2,0	2,4	1,4	-5,3	2,3	-2,9	-2,1
<b>BMR</b>	-9,0	-9,0	13,0	55,0	-50,0	99,0	-26,0	31,0	-11,0
<b>FFM-PHK (kg)</b>	0,0	-0,3	0,1	0,3	-0,1	0,3	-0,3	0,1	0,1
<b>LHK (kg)</b>	0,0	-0,3	0,1	0,4	-0,2	0,3	-0,3	0,0	0,2
<b>trup (kg)</b>	0,0	-1,6	0,2	2,1	-0,7	1,8	-1,7	0,3	0,7
<b>PDK (kg)</b>	0,0	0,3	0,2	-0,2	-0,3	1,1	0,3	0,3	-0,2
<b>LDK (kg)</b>	0,0	0,3	0,2	-0,2	-0,3	1,2	0,2	0,4	-0,3
<b>TUK-PHK (kg)</b>	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,1	-0,3	0,2	-0,1	-0,1
<b>PHK (%)</b>	0,0	0,0	-2,2	0,8	1,4	-6,2	4,4	-3,0	-2,1
<b>LHK (kg)</b>	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,1	-0,3	0,2	-0,1	-0,1
<b>LHK (%)</b>	0,0	0,4	-2,3	0,2	1,7	-6,2	4,6	-3,2	-2,3
<b>trup (kg)</b>	-1,3	0,1	-0,8	1,5	0,5	-2,2	0,9	-1,2	-1,0
<b>trup (%)</b>	-3,4	1,0	-2,6	3,5	1,5	-6,7	3,1	-3,8	-3,1
<b>PDK (kg)</b>	-0,1	0,0	-0,2	0,2	0,1	-0,4	0,3	-0,3	-0,2
<b>PDK (%)</b>	-1,0	-0,3	-1,5	1,6	1,2	-4,3	1,8	-2,4	-1,5
<b>LDK (kg)</b>	-0,1	0,0	-0,2	0,2	0,1	-0,4	0,3	-0,3	-0,2
<b>LDK (%)</b>	-1,0	-0,3	-1,5	1,6	1,2	-4,3	1,7	-2,4	-1,4

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Po prvním, aerobním bloku, bylo možné během měření pozorovat, že tělesná hmotnost probanda klesla o 1,2 kg. Pokles zaznamenaly jak tukuprostá hmota, tak i tuková tkáň. Ta výrazně ubyla na trupu probanda, přesně o 1,3 kg. U dalších parametrů byly změny nepatrné, většinou o 0,2-0,4 kg.

Další měření proběhlo po druhém bloku, ve kterém se plavci více zaměřovali na plavání vyšší intenzitou. Z výsledků měření jsme zjistili, že hmotnost probanda opět

klesla, a to o 1,1 kg. Stejně jako při předchozím měření, došlo k poklesu téměř všech parametrů tělesného složení. Největší rozdíl je u tukové tkáně, která se snížila o 1 kg. Úbytek bylo možné pozorovat i u tukuprosté hmoty, která zaznamenala největšího úbytku na trupu, a to o 1,6 kg.

Třetí blok, který byl zaměřený na rozvoj plavání vysokou intenzitou převážně hlavním způsobem a po něm následovalo dvoutýdenní vylad'ování, vyvolal další změny v tělesném složení probanda 2. Celková tělesná hmotnost se opět snížila o 0,7 kg. Hlavní úbytek byl u tukové složky, která se snížila o 1,3 kg, převážně na trupu a horních i dolních končetinách. Naopak nárůst je možné pozorovat u tukuprosté hmoty, o 0,6 kg, z toho tvořila svalová tkáň 0,5 kg. Z tabulky 8 můžeme vyčíst, že svalová tkáň přibyla na všech částech probandova těla. Nárůst byl změřen také u celkové tělesné vody, u které se hmotnost zvedla o 0,4 kg.

Po vrcholu zimní sezony sezona pro plavce pokračovala odpočinkovým a přechodným obdobím, které trvalo 5 týdnů. Stejně jako proband 1, začal i proband 2 se suchou přípravou formou posilování z důvodu získání větší síly. Při měření po tom tréninkovém cyklu výrazně vzrostla tělesná hmotnost o 4,6 kg. Z tabulky 8 můžeme vyčíst, že u všech sledovaných parametrů tělesného složení došlo k nárůstu. Nejvýraznější změnu můžeme pozorovat u tukuprosté hmoty, která vzrostla o 2,6 kg, z toho tvořila svalová tkáň 1,5 kg, nejvýrazněji na trupu. Společně s tukuprostou hmotou došlo ke zvýšení hodnoty celkové tělesné vody o téměř 2 kg. Zvýšení hmotnosti zapříčinil i nárůst tukové složky, která vzrostla o 2 kg, opět nejvíce na trupu. S nárůstem tukové složky se zvýšilo i procentuální zastoupení tuku v těle, které nyní činilo 13 %.

Při následující měření provedené po bloku 1, který byl převážně aerobní povahy, znovu došlo ke změnám. Proband vyrostl zhruba o 4 cm, což se promítlo do tělesného složení. Proband znovu nabral tukovou hmotu, nárůst činil 0,8 kg, nejvíce na trupu i na dolních a horních končetinách. Naopak úbytek můžeme pozorovat u tukuprosté hmoty, která se snížila o 2,6 kg, čímž se snížila i hodnota svalové tkáně o 1,5 kg. Úbytek byl znatelný na všech měřených částech těla.

Další částí ročního tréninkového cyklu byl blok 2, který byl zaměřen na odpočinek. Oproti probandovi 1 se proband 2 nezúčastnil soustředění. I zde jsme volili dalším měření až před posledním týdnem bloku 3A, tedy před soustředěním. Během této části sezony došlo k výraznému nárůstu tukuprosté hmoty a to o 4,8 kg. Značnou

část tvořila svalová tkáň, a to 2,9 kg. Proband nabral svalovou hmotu hlavně na trupu, ale i na horních i dolních končetinách. Současně proband ztratil poměrně dost tukové složky tělesného složení, což činilo 3,4 kg. K úbytku tukové hmoty došlo nejvíce na trupu, dále i na končetinách. Výrazně přibyla i celková tělesná voda o 3,3 kg.

Následující měření bylo provedeno po soustředění a po týdenním vylučovacím bloku 4A. Oproti předchozímu měření, je viditelný nárůst tukové složky o 1,6 kg a úbytek tukuprosté hmoty, a to o 1,2 kg, především na trupu ztratil 1,7 kg. Nejvíce tuku nabral proband na trupu těla, dále pak dolních končetinách.

Po kontrolním závodě v Bratislavě, se tréninkový plán vrátil do třetího bloku, nyní do bloku 3B, opět se stejným zaměřením s vyšším podílem plavání závodním tempem. Po tomto cyklu se u probanda zvýšilo množství tukuprosté hmoty o 1,4 kg, z toho tvořila 1 kg svalová hmota. Naopak kleslo množství tukové hmoty o 2 kg, nejvíce na trupu. Současně se FFM se zvýšila i tělesná voda o 1 kg.

Poslední částí v ročním tréninkovém cyklu byl blok 4B, tedy poslední dva vylučovací týdny před MČR. Intenzita plavání byla maximální, napodobovala závodní tempo. Měření bylo provedeno těsně před odjezdem do Prahy na závody. Po tomto bloku se hmotnost probanda 2 snížila o 2 kg, klesla jak tukuprostá hmota, tak tuková. Projevilo se to na všech částech těla, na kterých se jak FFM i tuková složka snížila, viz tabulka 6.

Při pohledu na výsledky za celou sezonu, můžeme konstatovat, že v průběhu zimní sezony se hodnoty příliš nelišily, změny byly nepatrné. Během letní části sezony změny byly výraznější. Hned při prvním měření došlo k nárůstu hmotnosti o téměř 5 kg. Dále poměrně velká změna tělesného složení nastala po 2. a 3A bloku, kdy proband nabral téměř 5 kg tukuprosté hmoty, z toho skoro 3 kg svalové tkáně. Naopak přes 3 kg tuku ztratil. Zřejmě se na tom podílel nejen trénink ve vodě, ale i suchá část přípravy.

### 5.3 Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 3

Tabulka 7. Výsledky měření somatických a morfologických parametrů v průběhu rtc u probanda 3

Číslo měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<b>výška (cm)</b>	174	175	175	176	176	176	177	177	177	177
<b>hmotnost (kg)</b>	63	62,8	62,2	62,5	64,9	65,5	64,7	64,6	63,8	64,6
<b>BMI</b>	21,3	21,2	21	21,1	21,9	22,1	21,9	21,8	21,6	21,8
<b>svalová tkáň (kg)</b>	25,1	25,3	26	26,3	26,8	26,5	29,5	26	26,1	27,1
<b>tuková tkáň (kg)</b>	17,2	15,2	14,7	14,5	16,1	17,2	12,1	17	16,2	15,4
<b>TBW (kg)</b>	33,6	34	34,9	35,2	35,7	35,4	38,6	34,9	34,9	36,1
<b>FFM (kg)</b>	45,9	46,2	47,5	48	48,8	48,3	52,6	47,5	47,6	49,2
<b>% tuku</b>	27,3	24,2	23,6	23,2	24,8	26,2	18,8	26,4	25,4	23,8
<b>BMR</b>	1362	1374	1397	1407	1424	1414	1505	1397	1399	1434
<b>FFM-PHK (kg)</b>	2,3	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,9	2,2	2,2	2,4
<b>LHK (kg)</b>	2,3	2,3	2,2	2,4	2,4	2,4	2,7	2,3	2,3	2,5
<b>trup (kg)</b>	20,5	20,5	20,1	20,8	21	20,7	23,2	20,2	20,2	21,1
<b>PDK (kg)</b>	7,4	7,5	7,9	7,8	7,8	7,8	8,4	7,8	8	7,7
<b>LDK (kg)</b>	7,3	7,4	7,8	7,8	7,7	7,9	8,3	7,8	7,9	7,6
<b>TUK-PHK (kg)</b>	1,1	1	0,9	0,9	1	1,1	0,5	1,1	1	1
<b>PHK (%)</b>	31,7	29,8	27,6	26,8	28,5	30,9	14,2	33	30,6	28,5
<b>LHK (kg)</b>	1,1	1,1	0,9	0,8	1	1,1	0,7	1,1	1	0,9
<b>LHK (%)</b>	30,7	29,8	27,4	24,4	27,8	30,1	20,2	29,9	28,6	25,9
<b>trup (kg)</b>	8,7	8	7	7,1	8	8,5	6	8,3	7,8	7,7
<b>trup (%)</b>	28,6	26,7	24,8	24,3	26,4	27,8	19,6	28	26,7	25,6
<b>PDK (kg)</b>	2,6	2,6	2,4	2,3	2,5	2,7	2	2,8	2,7	2,3
<b>PDK (%)</b>	24,8	24,8	22,4	21,9	23,4	24,6	18,1	24,8	24	22,2
<b>LDK (kg)</b>	2,6	2,6	2,4	2,3	2,5	2,7	1,9	2,7	2,7	2,3
<b>LDK (%)</b>	25,1	25,1	22,5	22	23,4	24,5	18	24,9	24	22,3

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Při prvním měření, které bylo provedeno na konci srpna, tedy na začátku zimní sezony, jsme zjistili, že proband 3 má tělesnou váhu 63 kg. Tukuprostá hmota zabírala 45,9 kg z celkové tělesné hmotnosti, z toho 25,1 kg tvořila svalová tkáň. Tuková složka tělesného složení činila 17,2 kg, procentuálně tak tuk tvořil 27,3 % z tělesné hmotnosti. Nejvíce tuku měl proband uloženo na trupu, a to téměř 9 kg.

Tabulka 8. Rozdíl somatických a morfologických parametrů mezi jednotlivými bloky rtc u probanda 3

	1.-2.	2.-3.	3.-4.	4.-5.	5.-6.	6.-7.	7.-8.	8.-9.	9.-10.
<b>výška (cm)</b>	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<b>hmotnost (kg)</b>	-0,2	-0,6	0,3	2,4	0,6	-0,8	-0,1	-0,8	0,8
<b>BMI</b>	-0,1	-0,2	0,1	0,8	0,2	-0,2	-0,1	-0,2	0,2
<b>svalová tkáň (kg)</b>	0,2	0,7	0,3	0,5	-0,3	3,0	-3,5	0,1	1,0
<b>tuková tkáň (kg)</b>	-2,0	-0,5	-0,2	1,6	1,1	-5,1	4,9	-0,8	-0,8
<b>TBW (kg)</b>	0,4	0,9	0,3	0,5	-0,3	3,2	-3,7	0,0	1,2
<b>FFM (kg)</b>	0,3	1,3	0,5	0,8	-0,5	4,3	-5,1	0,1	1,6
<b>% tuku</b>	-3,1	-0,6	-0,4	1,6	1,4	-7,4	7,6	-1,0	-1,6
<b>BMR</b>	12,0	23,0	10,0	17,0	-10,0	91,0	-108,0	2,0	35,0
<b>FFM-PHK (kg)</b>	0,0	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,6	-0,7	0,0	0,2
<b>LHK (kg)</b>	0,0	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,3	-0,4	0,0	0,2
<b>trup (kg)</b>	0,0	-0,4	0,7	0,2	-0,3	2,5	-3,0	0,0	0,9
<b>PDK (kg)</b>	0,1	0,4	-0,1	0,0	0,0	0,6	-0,6	0,2	-0,3
<b>LDK (kg)</b>	0,1	0,4	0,0	-0,1	0,2	0,4	-0,5	0,1	-0,3
<b>TUK-PHK (kg)</b>	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,6	0,6	-0,1	0,0
<b>PHK (%)</b>	-1,9	-2,2	-0,8	1,7	2,4	-16,7	18,8	-2,4	-2,1
<b>LHK (kg)</b>	0,0	-0,2	-0,1	0,2	0,1	-0,4	0,4	-0,1	-0,1
<b>LHK (%)</b>	-0,9	-2,4	-3,0	3,4	2,3	-9,9	9,7	-1,3	-2,7
<b>trup (kg)</b>	-0,7	-1,0	0,1	0,9	0,5	-2,5	2,3	-0,5	-0,1
<b>trup (%)</b>	-1,9	-1,9	-0,5	2,1	1,4	-8,2	8,4	-1,3	-1,1
<b>PDK (kg)</b>	0,0	-0,2	-0,1	0,2	0,2	-0,7	0,8	-0,1	-0,4
<b>PDK (%)</b>	0,0	-2,4	-0,5	1,5	1,2	-6,5	6,7	-0,8	-1,8
<b>LDK (kg)</b>	0,0	-0,2	-0,1	0,2	0,2	-0,8	0,8	0,0	-0,4
<b>LDK (%)</b>	0,0	-2,6	-0,5	1,4	1,1	-6,5	6,9	-0,9	-1,7

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Následující měření jsme provedli po první tréninkovém bloku, který byl zaměřen na aerobní vytrvalost. Hodnoty naměřené při tomto měření ukázaly nepatrné změny, v tělesném složení probanda. Nejvýraznější změnou v tomto období byl úbytek tukové složky, kdy se hodnota snížila o 2 kg, což se promítlo i do procentuálního zastoupení tukové složky v těle, která nyní byla o 3,1 % nižší. Mírný nárůst lze zaznamenat u FFM a celkové tělesné vody.

Dalším cyklem v ročním tréninkovém plánu byl blok 2, který byl zaměřen na rozvoj vytrvalosti při vyšší intenzitě. Tělesná hmotnost se snížila o 0,6 kg, úbytek můžeme pozorovat také u tukové složky, převážně na trupu. Avšak narostla hodnota tukuprosté hmoty o více než 1 kg, z toho 0,7 kg svalové složky. Téměř o 1 kg vzrostla celková tělesná voda. Hodnoty FFM na jednotlivých částech těla zaznamenaly nepatrný nárůst.

Následující měření, provedené po ukončení bloku 3 a před začátkem vylad'ovacího bloku, prokázalo nepatrné změny v celkovém tělesném složení. Téměř všechny složky, kromě tukové složky, nepatrně vzrostly. Tělesná hmotnost o 0,3 kg, FFM o 0,5 kg, z toho svaly 0,3 kg a také celková tělesná voda o 0,3 kg. Jediná tuková hmota klesla, avšak taktéž o nepatrnou hodnotu, a to o 0,2 kg. Změny hodnot FFM a tukové hmoty na jednotlivých částech jsou minimální.

Po čtvrtém, vylad'ovacím bloku následoval vrchol zimní sezony, kterým bylo MČR. Dalším cyklem v ročním tréninkovém plánu bylo přechodné, odpočinkové období. Po tomto tréninkovém cyklu hodnoty naznačovaly nárůst celkové tělesné hmotnosti probanda, který činil 2,4 kg. Nejvíce se o to zasloužila tuková tkáň, u které množství vzrostlo o 1,6 kg. Nárůst byl pozorovatelný i u tukuprosté hmoty, avšak jen o poloviční množství. Zvýšila se i hodnota TBW, která zaznamenala nárůst o půl kilogramu. Největší změny byly u probanda na trupu.

Po ukončení přechodného období byl do rtc zařazen blok 1, zaměřen na rozvoj aerobní vytrvalosti. Po ukončení cyklu bylo provedeno další měření, které ukázalo další nepatrný nárůst tělesné hmotnosti, která se zvýšila o 0,6 kg. I když hmotnost vzrostla, bylo nejspíše zapříčiněné nárůstem tělesného tuku, u kterého se hodnota zvýšila o 1,1 kg. Naopak hodnoty u FFM, tím i svalové tkáně a celkové tělesné vody se snížily. Nárůst i úbytek se projeví nepatrnými změnami na jednotlivých segmentech těla, což můžeme vyčíst z tabulky 8.

Dalším cyklem byl blok 2, dvoutýdenní odpočinkový blok. Následoval blok 3A, který byl již zaměřen na rozvoj práce na úrovni anaerobního prahu. Na konci tohoto cyklu bylo zařazeno soustředění, měření tedy bylo provedeno těsně před odjezdem. Z tabulky 8 můžeme vyčíst, že tělesná hmotnost se opět snížila, téměř o 1 kg, ale značný nárůst je zřetelný u FFM, která vzrostla o 4,3 kg, čímž zvýšila i hodnotu svalové tkáně o 3 kg. Naopak tuková tkáň se snížila o více než 5 kg. Největší nárůst FFM i

úbytek tuku můžeme pozorovat na trupu, v obou případech o 2,5 kg. Změny se projeví i na ostatních částech těla.

Po soustředění měli plavci týdenní vylad'ovací blok 4A, který bylo vložen do ročního tréninkového plánu před kontrolním závodem v Bratislavě. Při tomto měření dosahovaly výsledky opačných hodnot. Došlo k úbytku FFM a k nárůstu tukové složky. Množství tukuprosté složky se snížilo o více než 5 kg, čímž se snížila i svalová tkáň o 3,5 kg. Naopak množství tukové tkáně vzrostlo téměř o 5 kg. Tyto změny se projeví na segmentech těla, nejvíce na trupu. Společně s úbytkem FFM se snížilo i množství celkové tělesné vody o 3,7 kg.

Následoval tréninkový blok 3B, který se opět zaměřoval na rozvoj práce na úrovni anaerobního, nyní však s větším podílem plavání hlavním způsobem plavců. Naměřené hodnoty ukazovaly, že tělesná hmotnost probanda se opět snížila, a to o 0,8 kg. Úbytek byl zejména u tukové složky probanda, která se snížila o 0,8 kg. Nepatrný nárůst lze zaznamenat u FFM, avšak jen o 0,1 kg.

Posledním blokem byl 4A, tedy vylad'ovací blok před vrcholem letní sezony. Měření bylo provedeno těsně před odjezdem na MČR. U probanda výsledky ukazovaly nárůst tělesné hmotnosti, zapříčinil to zřejmě nárůst tukuprosté hmoty, u které se hodnota zvýšila o 1,6 kg. Naopak došlo opět ke snížení tukové hmoty, znovu o 0,8 kg, jako tomu bylo v předchozím bloku. Nejvýraznější nárůst FFM můžeme pozorovat na trupu, kde se hodnota zvedla o téměř 1 kg.

S ohledem na výsledky v průběhu celé sezony, je zřejmé, že výraznější změny v tělesném složení u probanda 3 byly v letní sezoně. V průběhu zimní sezony nejvýraznější změnou byl úbytek téměř 3 kg tukové složky. Naopak po přechodném období, na začátku letní sezony, byl zřetelný nárůst tělesné hmotnosti, hlavně z důvodu tukové složky. Největší změny však zaznamenány po blocích 2 a 3A, kde byl výrazný úbytek tuku a nárůst FFM a po soustředění a bloku 4A, kde se tyto změny obrátily.

#### 5.4 Změny parametrů tělesného složení v průběhu rtc – proband 4

Tabulka 9. Výsledky měření somatických a morfologických parametrů v průběhu rtc u probanda 4

Číslo měření	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
<b>výška (cm)</b>	162	162	162	162	163	163	163	163	163	163
<b>hmotnost (kg)</b>	62,2	63	63,5	63,2	64,4	65,2	66,4	65,2	65,3	64,4
<b>BMI</b>	24	24	23,9	24,1	24,2	24,5	25	24,5	24,9	24,5
<b>svalová tkáň (kg)</b>	24,3	25,3	26,7	25,3	26,2	26,4	26,3	26,4	26,8	27,1
<b>tuková tkáň (kg)</b>	18,2	16,2	15,6	17,5	17,4	17,7	18,9	17,9	17,3	16,1
<b>TBW (kg)</b>	32,2	33,7	35,1	33,5	34,4	34,8	34,7	34,7	35,2	35,4
<b>FFM (kg)</b>	44	45,9	47,9	45,7	47	47,5	47,5	47,3	48	48,3
<b>% tuku</b>	29,2	25,7	24,5	27,7	27	27,2	28,5	27,5	26,5	24,9
<b>BMR</b>	1321	1361	1406	1358	1386	1396	1395	1391	1407	1414
<b>FFM-PHK (kg)</b>	2,3	2,3	2,5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,5	2,5	2,6
<b>LHK (kg)</b>	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,6	2,7
<b>trup (kg)</b>	20,6	21,2	21,5	20,9	21	21,3	21,9	21,4	21,7	22,3
<b>PDK (kg)</b>	6,6	6,6	7,4	7	7,2	7,3	6,9	7,5	7,3	7,4
<b>LDK (kg)</b>	6,4	6,4	7,2	6,9	7	7,2	6,9	7,3	7,2	7,2
<b>TUK-PHK (kg)</b>	1,1	1,1	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1	0,9
<b>PHK (%)</b>	31,3	31	25	30,1	29,4	29,4	30,1	29,1	28,1	25,1
<b>LHK (kg)</b>	1,1	1,1	0,9	1	1,1	1,1	1,2	1	1	0,9
<b>LHK (%)</b>	30,6	30,8	24,9	28,4	29	28,7	29,8	28,7	26,7	23,5
<b>trup (kg)</b>	9,6	9	7,9	9	8,9	9,1	10,1	9,1	8,9	8,3
<b>trup (%)</b>	30,5	28,7	25,7	28,9	28,5	28,7	30,3	28,7	27,9	26,1
<b>PDK (kg)</b>	2,6	2,5	2,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,6	2,4
<b>PDK (%)</b>	27,4	25,4	23,5	26,4	25,8	25,9	26,7	26	25,2	23,7
<b>LDK (kg)</b>	2,6	2,6	2,4	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,4
<b>LDK (%)</b>	27,4	25,4	23,6	26,3	25,8	25,8	26,5	26,1	25,3	23,6

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Z tabulky 9. můžeme vyčíst výsledky, které jsme naměřili během prvního měření, které jsme stejně jako u předchozího probanda provedli na konci srpna, kdy plavci začínali zimní sezonu po letním volnu. Proband 4 po pauze vážil 62,2 kg, z celkové tělesné hmotnosti tvořila tukuprostá hmota 44 kg a svalová tkáň 24,3 kg. Tuková složka



činila 18,2 kg z celkové tělesné hmotnosti, zastoupení tuku bylo 29,2 % z celkové hmotnosti.

Tabulka 10. Rozdíl somatických a morfologických parametrů mezi jednotlivými bloky rtc u probanda 4

	1.-2.	2.-3.	3.-4.	4.-5.	5.-6.	6.-7.	7.-8.	8.-9.	9.-10.
<b>výška (cm)</b>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>hmotnost (kg)</b>	0,8	0,5	-0,3	1,2	0,8	1,2	-1,2	0,1	-0,9
<b>BMI</b>	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	-0,5	0,4	-0,4
<b>svalová tkáň (kg)</b>	1,0	1,4	-1,4	0,9	0,2	-0,1	0,1	0,4	0,3
<b>tuková tkáň (kg)</b>	-2,0	-0,6	1,9	-0,1	0,3	1,2	-1,0	-0,6	-1,2
<b>TBW (kg)</b>	1,5	1,4	-1,6	0,9	0,4	-0,1	0,0	0,5	0,2
<b>FFM (kg)</b>	1,9	2,0	-2,2	1,3	0,5	0,0	-0,2	0,7	0,3
<b>% tuku</b>	-3,5	-1,2	3,2	-0,7	0,2	1,3	-1,0	-1,0	-1,6
<b>BMR</b>	40,0	45,0	-48,0	28,0	10,0	-1,0	-4,0	16,0	7,0
<b>FFM-PHK (kg)</b>	0,0	0,2	-0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,1
<b>LHK (kg)</b>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,1
<b>trup (kg)</b>	0,6	0,3	-0,6	0,1	0,3	0,6	-0,5	0,3	0,6
<b>PDK (kg)</b>	0,0	0,8	-0,4	0,2	0,1	-0,4	0,6	-0,2	0,1
<b>LDK (kg)</b>	0,0	0,8	-0,3	0,1	0,2	-0,3	0,4	-0,1	0,0
<b>TUK-PHK (kg)</b>	0,0	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,1	-0,1
<b>PHK (%)</b>	-0,3	-6,0	5,1	-0,7	0,0	0,7	-1,0	-1,0	-3,0
<b>LHK (kg)</b>	0,0	-0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	-0,2	0,0	-0,1
<b>LHK (%)</b>	0,2	-5,9	3,5	0,6	-0,3	1,1	-1,1	-2,0	-3,2
<b>trup (kg)</b>	-0,6	-1,1	1,1	-0,1	0,2	1,0	-1,0	-0,2	-0,6
<b>trup (%)</b>	-1,8	-3,0	3,2	-0,4	0,2	1,6	-1,6	-0,8	-1,8
<b>PDK (kg)</b>	-0,1	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,2
<b>PDK (%)</b>	-2,0	-1,9	2,9	-0,6	0,1	0,8	-0,7	-0,8	-1,5
<b>LDK (kg)</b>	0,0	-0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,2
<b>LDK (%)</b>	-2,0	-1,8	2,7	-0,5	0,0	0,7	-0,4	-0,8	-1,7

Vysvětlivky: BMI – Body Mass Index, TBW – celková tělesná voda, FFM – tukuprostá hmota, BMR – bazální metabolismus, LHK – levá horní končetina, PHK – pravá horní končetina, LDK – levá dolní končetina, PDK – pravá dolní končetina

Druhé měření bylo provedeno po ukončení prvního tréninkového, aerobního bloku. Z tabulky 10 můžeme vyčíst, že došlo k nárůstu tělesné hmotnosti, o necelý kilogram. Nárůst zaznamenala také tukuprostá hmota, u které množství vzrostlo o 1,9 kg, z toho byl 1 kg svalové tkáně. Naopak u tukové složky můžeme pozorovat pokles o

2 kg, převážně na trupu, což se projevilo i na procentuálním zastoupení tuku, které nyní činilo 25,7 % z celkové tělesné hmotnosti.

Po převážně aerobním bloku následoval blok 2, zaměřený na rozvoj vytrvalosti při vyšší intenzitě plavání. Naměřené hodnoty ukazovaly další nárůst tělesné hmotnosti o 0,5 kg. Výrazně přibyla tukuprostá hmota, a to o 2 kg, společně s ní můžeme pozorovat nárůst svalové tkáně o 1,4 kg. Jak můžeme vyčíst z tabulky 10, nárůst FFM se projevil převážně na dolních končetinách. I v tomto tréninkovém cyklu došlo ke snížení tukové složky, nyní o 0,6 kg, kde hlavní úbytek byl na trupu probanda.

V pořadí čtvrté měření bylo provedeno po bloku, kde se plavci zaměřovali na rozvoj výkonnosti v jejich hlavních disciplínách, tedy intenzitou se jich přibližovali závodnímu tempu. Následovaly dva týdny vyladování a odjezd na MČR. Z tabulky 10. můžeme vyčíst, že u probanda 4 došlo ke snížení celkové tělesné hmotnosti, avšak téměř 2 kg přibýlo tuku. Naopak došlo k úbytku přes 2 kg FFM i celkové tělesné vody o 1,6 kg. Změny se projeví nejvíce na trupu a dolních končetinách.

Následující měření jsme provedli po prvním tréninkovém bloku letní sezony, což bylo přechodné a odpočinkové měření, které bylo zaměřeno na všeobecnou vytrvalost. Proband během tohoto období netrénoval tak často a intenzivně, avšak začal se suchou přípravou. Měření nám ukázalo, že u probanda došlo k nárůstu tělesné hmotnosti o 1,2 kg, z toho tvořila 1,3 kg tukuprostá hmota. Což přispělo k nárůstu svalové složky i celkové tělesné vody o 0,9 kg. Hodnoty FFM na jednotlivých částech těla se téměř nezměnily.

Druhé měření, provedené po převážně aerobním bloku 1, nám ukázalo, na tělesné hmotnosti nabral 0,8 kg, a to jak na tukuprosté hmotě, čímž se také zvýšila svalová tkáň, tak i na tukové hmotě. Změny hodnot byly napatrné, jak je možné vyčíst z tabulky 10.

Následujícím tréninkovým cyklem byl blok 2, dvoutýdenní cyklus, kdy plavci odpočívali. Do ročního tréninkového cyklu byl dále vložen tréninkový blok 3A, který zaměřen na práci na úrovni anaerobního prahu. Zvyšoval se také podíl plavání hlavní disciplínou. Na konci bloku bylo zařazeno soustředění. Proto bylo měření vloženo těsně před začátkem soustředění. U probandu v tomto bloku můžeme pozorovat pozvolný nárůst hmotnosti, který činil 1,2 kg. Tukuprostá složka zůstala beze změn, nepatrný

úbytek je pozorovatelný u svalové složky. Ale nárůst byl u tukové složky a to 1,2 kg, hlavně trupu těla.

Po tomto bloku a soustředění následoval blok 4A, týdenní vyladování na kontrolní závody Orca Cup v Bratislavě. Během tohoto týdne plavci odpočívali. Tedy změny jsou hodnoceny po týdenním intenzivním tréninku a týdenním odpočinku. Z tabulky 10. můžeme vyčíst, že tělesná hmotnost klesla o 1,2 kg, a to hlavně kvůli úbytku tukové složky. Mírný pokles zaznamenala tukuprostá hmota.

Další měření bylo provedeno po následujícím bloku, kterým byl blok 3B, opět zaměřený na rozvoj výkonosti na úrovni anaerobního prahu, s vyšším podílem plavání hlavním způsobem a tréninkem závodního tempa. Tento tréninkový cyklus zapříčinil nepatrný nárůst FFM o 0,7 kg, svalové tkáně o 0,4 kg a úbytku tukové složky o 0,6 kg. Z tabulky 10. Můžeme vyčíst změny v jednotlivých segmentech těla, které během tohoto cyklus v tělesném složení plavce nastaly.

Poslední částí tohoto ročního tréninkového cyklu byl blok 4B, tedy druhý vyladovací blok sezony. Jednalo se o dvoutýdenní cyklus, zaměřený na odpočinek a plavání převážně v závodním tempu. Měření bylo provedeno těsně před odjezdem na vrchol sezony, MČR v Praze. Z výsledků je možné vyzorovat, že hmotnost probanda klesla o 0,9 kg, což má za následek tuková hmota, u které množství kleslo o 1,6 kg. Mírný nárůst můžeme nastal u FFM, u které se zvýšila hodnota svalové tkáně o 0,3 kg. Nárůst FFM se projevil především na trupu, stejně jako úbytek tukové složky.

S ohledem na výsledky v průběhu celé sezony, je zřejmé, že výraznější změny v tělesném složení u probanda 3 byly v letní sezoně. V průběhu zimní sezony nejvýraznější změnou byl úbytek téměř 3 kg tukové složky. Naopak po přechodném období, na začátku letní sezony, byl zřetelný nárůst tělesné hmotnosti, hlavně z důvodu tukové složky. Největší změny však zaznamenány po blocích 2 a 3A, kde byl výrazný úbytek tuku a nárůst FFM a po soustředění a bloku 4A, kde se tyto změny obrátily.

Při pohledu na tabulku 9. s celkovými výsledky můžeme vyčíst, že oproti ostatním probandům, procházelo tělesné složení probanda 4 mnohem častěji změnami. Nejvíce se měnila hodnota tukové složky, které se na začátku zimní sezony snížila, avšak po 3 bloku opět vzrostla. V letní sezoně tomu nebylo jinak. Blok od bloku se buď tuková složka snížila nebo při dalším měření bylo zjištěno, že se opět navýšila. FFM během zimní sezony pozvolna rostla, v letní sezoně byla již více ustálená, nedocházelo

u ní k takovým změnám. Nejčastější změny u probanda byly na trupu, buď se jednalo o ztrátu tuku nebo naopak nárůst FFM.

## 6 DISKUZE

Hlavním cílem této diplomové práce bylo sledovat a hodnotit změny vybraných somatických a morfologických parametrů závodních plavců v juniorském věku v průběhu ročního tréninkového cyklu. Zkoumaný soubor tvořili 4 plavci, juniorského věku, z plaveckého klubu SK UP Olomouc. Optimální tělesné složení je předpokladem pro maximální sportovní, proto nám mohou měření pomoci při hodnocení efektivity tréninkového procesu.

Hlavním zdrojem informací o tréninkovém zatížení, se staly tréninkové deníky jejich trenéra, který si pečlivě vede záznamy. Jelikož se jedná o jednotlivce a každý absolvoval jiný objem zatížení, bylo potřeba pro každé probanda zvlášť určit objem zatížení. Zatížení bylo kvantifikováno v metodice práce. Z tréninkových deníků jsem zpracoval objem zatížení jak pro celou sezonu, tak i pro jednotlivé tréninkové bloky v ročním tréninkovém cyklu.

Celý roční cyklus byl rozdělen na dvě části, na zimní a letní sezonu. Zimní sezona je oproti letní kratší, je tedy pro trenéra obtížnější sestavit tréninkový plán tak, aby plavci stihli vyladit výkonost na vrchol zimní sezony, kterým je Mistrovství ČR dorostu a dospělých v krátkém bazénu. V průběhu zimní sezony se všichni plavci zúčastnili soustředění SCM. Letní sezona je sice delší, ale první tréninkové období je spíše odpočinkové a přechodné. Je to z důvodu, že plavci v tomto období jezdí na soustředění na horách, dodělávají resty ve škole. Proband 1 se jako jediný zúčastnil reprezentačního, velice intenzivního soustředění. Dále všichni plavci odjeli do polského města Debica na soustředění s klubem. Letní sezona končila Mistrovstvím ČR v dlouhém bazénu, následovala letní pauza. Zvolený roční tréninkový cyklus můžeme brát jako optimální, při porovnání objemu zatížení s literaturou. Sweetenham & Atkinson (2003) ve své publikaci uvádějí, že objem zatížení by se měl pohybovat okolo 1300 km za roční tréninkový cyklus, což plavci téměř splnili. Dále uvádějí procentuální zastoupení zón, ve kterých by měl být tréninkový proces provozován. Uvádějí, že 70 % bylo mělo být v aerobním pásmu, 20 % na úrovni anaerobního prahu a 10 % v závodním tempu. Plavci v obou sezonách plavali zhruba 73-74 % aerobně, 18-19 % na úrovni anaerobního prahu a 8 % závodním tempem.

Jednotlivé výsledky měření můžeme porovnávat s několika studiemi, které mají podobný cíl, tedy určit, zda sportovní trénink ovlivňuje tělesné složení. Podobný výzkum, avšak u vodních slalomářů provedli Sigmund et. al. (2014). I v jejich případě došli ke zjištění, že na konci tréninkového cyklu došlo ke snížení tělesného tuku a k nárůstu množství tukuprosté hmoty, především svalové tkáně. Jak jsme možno vyčíst z výsledků, u většiny plavců na konci z každé části sezony byl tuk nižší oproti začátku. Dále jsme mohli sledovat nárůst svalové hmoty, která se však snížila v období vylad'ování, společně i celkovou tělesnou vodou. Výše zmíněné změny byly výraznější u dívek než u chlapců, u kterých byly změny nepatrné. Například u probanda 1 byly například změny minimální.

Podobný výzkum byl proveden u zhruba 60 plavců ve věku kolem 18 let. Ve své studii Siders, Lukaski, & Bolonchuk (1993) uvádějí výsledky měření, kdy na konci tréninkového období naměřily hodnoty, které naznačují, že vlivem tréninku došlo k nárůstu FFM, včetně svalové tkáně v průměru asi o 1 kg, tak došlo k úbytku tukové složky, v některých případech o více než 2 kg. Na začátku tréninkového cyklu byly hodnoty těchto komponent výrazněji vyšší. V porovnání s dosaženými časy na začátku a na konci tréninkového cyklu konstatovali, že je pravděpodobný vliv sportovního tréninku na tělesné složení plavců, který těsně souvisí i s jejich výkonností.

Petersen et. al (2006) uvádějí podobné výsledky jako předchozí studie, navíc přidali data o tom, že k největšímu úbytku tukové složky dochází u plavců nejčastěji na trupu až 1 kg, tedy v oblasti břicha a boků. Dále uvádějí, že vlivem tréninku u většiny jejich testovaných subjektů došlo k nárůstu aktivní tukuprosté hmoty, tedy svalové tkáně, a to v průměru o 1,5kg. Navíc ve studii dodávají, že úbytek tuku je pravděpodobně úzce spjat s vysokou energetickou náročností plavání.

## 7 ZÁVĚRY

Analýzou změřených somatických a morfologických parametrů, měřených přístrojem InBody 230 u 4 plavců juniorského věku, jsme došli k závěru, že jejich tělesné složení se v průběhu sezony mění.

Co se týče měření tělesného složení, můžeme konstatovat, že během obou sezon, jak zimní, tak i letní, byly hodnoty nižší na konci cyklu než na jeho začátku. Nejčastěji došlo ke snížení tukové složky a k nárůstu tukuprosté hmoty. Po vyladovacím bloku jsme vždy zaznamenaly snížení hodnot celkové tělesné vody, ve většině případů i tuku.

Jestliže porovnáme výsledky probanda 1 celkově za celou zimní a letní sezonu, lze konstatovat, že v průběhu letní sezony bylo tělesné složení probanda téměř totožné, s drobnými změnami. Poměrně velký rozdíl byl mezi zimní a letní sezonou, kdy za první období probanda nabral téměř 2 kg, převážně tukuprosté hmoty. Jednou z příčin mohlo být zařazení suché přípravy, kdy třikrát týdně probanda začal posilovat. Výrazné změny můžeme pozorovat v průběhu zimní sezony. Oproti začátku zimní sezony, proband ztratil na váze téměř 3 kg tuku, avšak došlo k nárůstu přes 2 kg tukuprosté hmoty, převážně svalové tkáně.

Při pohledu na výsledky probanda 2 za celou sezonu, můžeme konstatovat, že v průběhu zimní sezony se hodnoty příliš nelišily, změny byly nepatrné. Během letní části sezony změny byly výraznější. Hned při prvním měření došlo k nárůstu hmotnosti o téměř 5 kg. Dále poměrně velká změna tělesného složení nastala v průběhu letní sezony, kdy proband nabral téměř 5 kg tukuprosté hmoty, z toho skoro 3 kg svalové tkáně. Naopak přes 3 kg tuku ztratil. Zřejmě se ne tom podílel nejen trénink ve vodě, ale i suchá část přípravy, stejně jako proband 1 začal s posilováním.

S ohledem na výsledky v průběhu celé sezony, je zřejmé, že výraznější změny v tělesném složení u probanda 3 byly v letní sezoně. V průběhu zimní sezony nejvýraznější změnou byl úbytek téměř 3 kg tukové složky. Naopak po přechodném období, na začátku letní sezony, byl zřetelný nárůst tělesné hmotnosti, hlavně z důvodu tukové složky. Největší změny však zaznamenány v polovině, kde byl výrazný úbytek tuku a nárůst FFM a po soustředění a závěrečném bloku, kde se tyto změny obrátily.

Při porovnání výsledků probanda 4 můžeme říci, že oproti ostatním probandům, procházelo tělesné složení probanda mnohem častěji změnami. Nejvíce se měnila hodnota tukové složky, které se na začátku zimní sezony snížila, avšak po 3 bloku opět

vzrostla. V letní sezoně tomu nebylo jinak. Blok od bloku se buď tuková složka snížila nebo při dalším měření bylo zjištěno, že se opět navýšila. FFM během zimní sezony pozvolna rostla, v letní sezoně byla již více ustálená, nedocházelo u ní k takovým změnám. Nejčastější změny u probanda byly na trupu, buď se jednalo o ztrátu tuku nebo naopak nárůst FFM.

Při pohledu na výsledky, můžeme říct, že sportovní příprava má vliv na tělesné složení plavců. Ovšem není zde jasné, do jaké míry je tělesné složení skutečně ovlivněno sportovním tréninkem. Jedním z limitů výzkumu může být fakt, že plavci neměli upravenou stravu, tudíž nebyl kontrolován přísun živin. Z výsledků není jasné, zda měření tělesného složení u této věkové kategorie je podstatnou částí diagnostiky pro trenéra.



## 8 SOUHRN

Hlavním cílem této diplomové práce bylo sledování a hodnocení změn vybraných somatických a morfologických parametrů u závodních plavců juniorského věku v průběhu ročního tréninkového cyklu.

Výzkumný soubor tvořili 4 plavci, 2 chlapci a 2 dívky, v juniorském věku. Všichni patří do klubu SK UP Olomouc, zároveň všichni patří do výběru SCM pro střední Moravu.

Teoretická část obsahuje informace na sportovním tréninku v plavání, o jeho periodizaci a rozdělení do jednotlivých tréninkových bloků. Dále informace o somatických a morfologických parametrech tělesného složení a o metodě BIA. Posledním oddílem teoretické části je podrobně popsáno plavání, především z fyziologického hlediska.

Měření probíhala pomocí přístroje InBody 230 po každém ukončeném tréninkovém bloku v rtc v sezoně 2016/2017.

Získaná data byla statisticky zpracována a porovnána mezi jednotlivými měřeními navzájem. Na základě výsledků jsme zjistili, že hodnoty tělesného složení jsou rozdílné na konci jednotlivých částí sezony než na začátku. Nižší byla především hodnot tukové hmoty. Vyššího množství dosahovaly hodnoty FFM (tukuprostá hmota) a TBW (celková tělesná voda).

V části s výsledky jsou popsány jednotlivé změny u všech probandů v rámci tréninkových cyklů. Výsledky jsou pro přehlednost zobrazeny v tabulkách. U probanda 1 došlo k významnějším změnám v průběhu zimní sezony, kdy u něj došlo k úbytku asi o 3 kg tukové hmoty a k nárůstu asi 2 kg svalové tkáně. U probanda 2 byly změny výraznější v průběhu letní sezony, kdy hodnota tukuprosté hmoty se zvýšila asi o 5 kg. Proband 3 dosáhl nejvýraznější změny během zimní části sezony, když došlo k úbytku tukové hmoty asi o 3 kg. U probanda 4 byly změny tělesného složení během celé sezony proměnlivé.

## 9 SUMMARY

The main objective of this thesis was to monitor and evaluate the changes of selected somatic and morphological parameters during the annual training cycle of junior swimmers.

Research set consists of 4 swimmers, 2 boys and 2 girls in junior age. All of those swimmers are members of swimming club SK UP Olomouc, and they ALSO belong to the selection of SCM from central Moravia.

The theoretical part contains information about sports training, about periodization and training blocks. It also contains informations about the somatic and morphological parameters of body composition. Last section of the theoretical part is focused on informations about swimming and primarily about physiological aspects.

Instrument InBody 230 was used for measurements which were realised during the season 2016/2017 after each training block.

The collected data were statistically procesed and compared between each measurement of each other. Based on the results we found that the values of body composition are different at the end of the season. Fat mass was lower and the FFM and TBW were higher.

In the results section are described the various changes to all subjects within in the all training cycles. The results are described in the tables. Swimmer number 1 developed signifcantly where he lost 3 kg of fat and gained 2 kg of muscle during the winter season. In the case of swimmer 2 were more significant changes registered during the summer season. At this period the fatfree mass went 5 kg up. Swimmer 3 had better resukt at winter season specifically loosing 3 kg of fat mass. Swimmers 4 body composition was changing during the whole season.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Arroyo-Toledo, J. J., Clemente, V. J., & Gonzalez-Ravé, J. M. (2013). The effects of ten weeks block and reverse periodization training on swimming performance and body composition of moderately trained female swimmers. *Journal of swimming research*, 21(1).
- Benson, R., & Connolly, D. (2012). *Trénink podle srdeční frekvence*. Praha: Grada
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization Training for Sports 3rd Edition*. Champaign: Human Kinetics.
- Blatný, M. (2010). *Psychologie osobnosti: hlavní témata, současné přístupy*. (Vyd. 1.) Praha: Grada.
- Ciccolella, M. E., Drummond, M. J., VanNess, J. M., & West, S. A. (2005). Blood lactate and metabolic responses to controlled frequency breathing during graded swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 772–776.
- Bunc, V., Štílec, M., Moravcová, J., & Matouš, M., (2010). Body composition determination by whole body bioimpedance measurement in women seniors. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*, 110, 113-140.
- Costa, M. J., Balasekaran, G., Vilas-Boas, J. P., & Barbosa, T. M. (2015). Physiological adaptations to training in competitive swimming: A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 49(1), 179–194.
- Čechovská, I., & Miler, T. (2008). *Plavání* (2. vyd.). Praha: Grada Publishing.
- Tomáš, P., & Josef, D. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Fleml, L. (2008). Adolescenti a sport. *Česká kinantropologie*, 12(3), 75-84.
- Fleml, L., Němec, J., & Novotný, O. (2014). *Pohybové aktivity ve vědě a praxi*. Praha: Karolinum.
- Hagmar, M., Berglund, B., Brismar, K., & Hirschberg, A. L. (2013). Body composition and endocrine profile of male olympic athletes striving for leanness. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 23, 197–201.
- Hannula, D., & Thornton, N. (2012). *The swim coaching bible, Volume II*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Heyward, V. H. (2010). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. 6. Ed. Champaign: Human Kinetics.
- Heyward, V. H. & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hoffman, J. (2014). *Physiological aspects of sport training and performance* (2nd ed.). Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- InBody (2004). What is body composition analysis. Retrieved 12. 4. 2016 from World Wide Web: <http://www.inbody.cz/dokumenty/what-is-body-composition-analysis.pdf>
- InBody (2014). InBody 230. Retrieved 12. 4. 2016 from World Wide Web: [http://www.inbody.cz/produkty/230/230\\_catalog\\_eng\\_i\\_140917.pdf](http://www.inbody.cz/produkty/230/230_catalog_eng_i_140917.pdf)
- Jaffrin, M. Y. (2009). Body composition determination by bioimpedance: An update. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12, 482–486.
- Karelis AD., Chamberland G., Aubertin-Leheudre M., et al. (2013). Validation of a portable bioelectrical impedance analyzer for the assessment of body composition. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 38(1), 27–32.
- Kittnar, O. (2011). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada
- Koolman, J., & Röhm, K. H. (2012). *Barevný atlas biochemie*. Praha: Grada Publishing.
- Korvas, P., & Zahradník, D. (2012). *Základy sportovního tréninku*. Brno: Masarykova univerzita.
- Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Jürimäe, T. (2010). Physiological, biomechanical and anthropometrical predictors of sprint swimming performance in adolescent swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 398–404.
- Lee, B.-A., & Oh, D.-J. (2014). The effects of aquatic exercise on body composition, physical fitness, and vascular compliance of obese elementary students. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(3), 184–190.
- Lehnert, M., Botek, M., et. al. (2014a). *Kondiční trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého.

- Lehnert, M., Bělka, J., Háp, P., Kudláček, M., et. al. (2014b). *Sportovní trénink I*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Lehnert, M., Novosad, J., Neuls, F., Langer, F., & Botek, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Macek P. (2003). *Adolescence*. Praha: Portál.
- Máček, M., & Radvanský, J. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén.
- Mann, S., Jimenez, A., Steele, J., Domone, S., Wade, M., & Beedie, C. (2018). Programming and supervision of resistance training leads to positive effects on strength and body composition: results from two randomised trials of community fitness programmes. *BMC Public Health* 2018 18:1, 18(1), 420.
- Malá, L., Malý, T., Zahálka, F., & Bunc, V. (2014). *Fitness Assessment. Body Composition*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
- Meško, D., Komandel, L. et. al. (2005). *Telovýchovnolekárske vademekum*. Bratislava: Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva.
- Miller, R. M., Chambers, T. L., & Burns, S. P. (2016). Validating InBody® 570 Multi-frequency Bioelectrical Impedance Analyzer versus DXA for Body Fat Percentage Analysis. *Journal of Exercise Physiology*, 16, 71 – 78.
- Mountjoy, M., Detopoulou, P., & Papamikos. (2014). FINA-yakult consensus statement on nutrition for the aquatic sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 349–350.
- Moura, T., Costa, M., Oliveira, S., Júnior, M. B., Ritti-Dias, R., & Santos, M. (2014). Height and Body Composition Determine Arm Propulsive Force in Youth Swimmers Independent of a Maturation Stage. *Journal of Human Kinetics*, 42(1), 277–284.
- Mujika, I., Stellingwerff, T., & Tipton, K. (2014). Nutrition and training adaptations in aquatic sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 414–424.

- Neuls, F., Svozil, Z., Viktorjeník, D., & Dub, J. (2013). *Plavání (příručka pro studující tělovýchovné obory)*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Neumann, G., Honttenrott, K., & Pfütner, A. (2005). *Trénink pod kontrolou*. Praha: Grada publishing.
- Ogita, F. (2006). Energetics in competitive swimming and its application for training. *Rev Port Cien Desp*, 6(2), 117–182.
- Pastucha, D., & kolektiv. (2014). *Tělovýchovné lékařství*. Praha: Grada Publishing.
- Petersen, H. L., Peterson, C. T., Reddy, M. B., Hanson, K. B., Swain, J. H., Sharp, R. L., & Alekel, D. L. (2006). Body Composition, Dietary Intake, and Iron Status of Female Collegiate Swimmers and Divers. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 16(3), 281–295.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada Publishing.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Pyne, D. B., & Sharp, R. L. (2014). Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 351–359.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie) (3. vyd.)*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing.
- Rokyta, R. & Šťastný, F. (2002). *Struktura a funkce lidského těla*. Praha, Czechia: Tigris, spol s.r.o.
- Romer, D., & Walker, E. F. (2007). *Adolescent Psychopathology and the Developing Brain: Integrating Brain and Prevention Science*. Oxford University Press.
- Siders, W. A., Lukaski, H. C., & Bolonchuk, W. W. (1993). Relationships among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.

- Sigmund, M., Rozsypal, R., Kratochvíl, J., Dostálová, I., & Sigmundová, D. (2014). Vliv pětíměsíčního přípravného období na změny morfologických a výkonnostních parametrů juniorských reprezentantů České republiky ve vodním slalomu. *Tělesná kultura*, 37(1), 69–91.
- Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2016). *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání (4. české vydání)*. Praha: Grada Publishing.
- Singh, T. J., Manju, P., & Sandeep, S. (2015). Estimation of total body water on the basis of body weight, height and age in university players. *International Journal of Sports Sciences and Fitness*, 5(1), 95-108.
- Seifert, L., Chollet, D., & Mujika, I. (2011). *World book of swimming: from science to performance*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Sweetenham, W., & Atkinson, J. (2003). *Championship Swim Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Tanita (n. d.) How BIA works. Retrieved 28. 3. 2018 from the World Wide Web: <http://www.tanita.com/en/howbiaworks/>
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie dětství a dospívání*. (Vyd. 2.) Praha: Karolinum.
- Vignerová, J., Riedlová, J., Bláha, P., Kobzová, J., Krejčovský, L., Brabec, M. & Hrušková, M. (2006). 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 Česká republika: Souhrnné výsledky. Praha: Státní zdravotní ústav.
- Viktorjeník, D., Neuls, F., & Svozil, Z.(2002). Individuální monitoring srdeční frekvence plavců. In D. Tomajko (Ed.), *Efekty pohybového zatížení v edukačním prostředí tělesné výchovy a sportu* (pp. 391–397). Olomouc: Univerzita Palackého.