

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

STANOVENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ EXTRALIGOVÝCH  
HRÁČŮ LEDNÍHO HOKEJE NA ZÁKLADĚ METODY  
BIOELEKTRICKÉ IMPEDANCE

Diplomová práce  
(magisterská)

Autor: Bc. Václav Venclík, učitelství pro střední školy,  
tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Mgr. Aleš Gába

Olomouc 2011

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Václav Venclík

**Název diplomové práce:** Stanovení tělesného složení extraligových hráčů ledního hokeje na základě metody bioelektrické impedance

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii

**Vedoucí diplomové práce:** Mgr. Aleš Gába

**Rok obhajoby diplomové práce:** 2011

**Abstrakt:** Hlavním cílem diplomové práce bylo porovnat vybrané parametry tělesného složení u hráčů ledního hokeje ( $n = 104$ ) ve věkových kategoriích 15, 16, 17 a 18 let. Pro určení tělesného složení byla použita metoda bioelektrické impedance, měřena přístrojem Tanita BC 418 MA. Monitorovány byly zejména diference v množství tělesného tuku, procentuálním zastoupení tělesného tuku, zastoupení tukuprosté hmoty a tělesných tekutin mezi jednotlivými věkovými skupinami hokejistů. Nejvýraznější signifikantní rozdíly byly zaznamenány v případě tukové a tukuprosté frakce, a to především mezi 16letými a 17letými sportovci. Výsledky poukazují na změny z hlediska ontogeneze, proto by je trenéři měli zohledňovat při přípravě dlouhodobé tréninkové strategie.

**Klíčová slova:** bioelektrická impedanční analýza, tělesný tuk, tukuprostá hmota, segmentální analýza tělesného složení, Tanita BC 418 MA

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Bc. Václav Venclík

**Title of the master thesis:** Determination of elite male ice hockey players body composition based on the method of bioelectrical impedance

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

**Supervisor:** Mgr. Aleš Gába

**The year of presentation:** 2011

**Abstract:** The main aim of this master thesis was to compare selected body composition parameters of hockey-players (n = 104) in age brackets 15, 16, 17 and 18 years. Bioelectrical impedance method gauged with device model Tanita BC 418 MA was used for the body composition determination. Body fat quantity differences were especially monitored by percentage share of body fat quantity, fat-free mass quantity and body fluid quantity within the single age brackets of hockey-players. It have registered the most significant differences in the case of body fat mass and fat-free fraction mainly among sixteen-year old and seventeen-year old sportsmen. The results point out changes in term of ontogeny. Coach should respect them during long term training strategy preparing.

**Keywords:** bioelectrical impedance analysis, body fat, fat free mass, segmental analysis of body composition, Tanita BC 418 MA

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením  
Mgr. Aleše Gáby, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržel zásady  
vědecké etiky.

V Olomouci dne 26. dubna 2011

.....

Děkuji Mgr. Aleši Gábovi za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce.

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>PŘEHLED POZNATKŮ.....</b>	<b>9</b>
2.1	HISTORIE LEDNÍHO HOKEJE.....	9
2.2	HISTORIE HOKEJE V ČESKÝCH ZEMÍCH.....	10
2.3	CHARAKTERISTIKA LEDNÍHO HOKEJE.....	10
2.3.1	Kanadské pojetí hry .....	11
2.3.2	Český hokej.....	11
2.4	SPORTOVNÍ VÝKON.....	12
2.4.1	Struktura sportovního výkonu.....	12
2.4.2	Týmový herní výkon.....	14
2.4.3	Individuální herní výkon.....	15
2.4.4	Kondiční faktory.....	16
2.4.5	Technické faktory.....	19
2.4.6	Taktické faktory.....	19
2.4.7	Psychologické faktory.....	20
2.4.8	Somatické faktory.....	20
2.5	PROFIL HRÁČE LEDNÍHO HOKEJE.....	21
2.6	ANTROPOLOGIE.....	23
2.6.1	Funkční antropologie.....	23
2.6.2	Sportovní antropologie.....	24
2.6.3	Kinantropometrie.....	24
2.7	FRAKCIONACE HMOTNOSTI TĚLA.....	25
2.7.1	Modely tělesného složení.....	26
2.7.2	Tělesný tuk.....	29

2.7.3	Tukuprostá hmota.....	31
2.7.4	Celková tělesná voda.....	31
2.7.5	Metody odhadu tělesného složení.....	32
2.7.5.1	Antropometrie.....	32
2.7.5.2	Biofyzikální a biochemické metody.....	35
<b>3</b>	<b>CÍLE A HYPOTÉZY.....</b>	<b>40</b>
3.1	CÍLE PRÁCE.....	40
3.2	DÍLČÍ CÍLE.....	40
3.3	HYPOTÉZY.....	40
<b>4</b>	<b>METODIKA.....</b>	<b>41</b>
4.1	CHARAKTERISTIKA SOUBORU.....	41
4.2	ZÁKLADNÍ ANTROPOMETRICKÉ PARAMETRY.....	41
4.3	HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	42
4.4	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	43
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY.....</b>	<b>44</b>
5.1	HODNOCENÍ TĚLESNÉ VÝŠKY, TĚLESNÉ HMOTNOSTI A BMI.....	44
5.2	HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	48
5.3	SEGMENTÁLNÍ ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	53
<b>6</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚRY.....</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>SOUHRN.....</b>	<b>64</b>
<b>9</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>66</b>
<b>10</b>	<b>REFERENČNÍ SEZNAM.....</b>	<b>67</b>

## 1 ÚVOD

Lední hokej patří mezi nejoblíbenější sportovní odvětví. S ohledem na neustálý tlak na zvyšování sportovní výkonnosti hráčů je nezbytné využívat všech dostupných informací vedoucích ke zkvalitnění tréninkového procesu.

Sportovní výkon v hokeji je tvořen řadou faktorů. Mezi nejdůležitější patří somatické předpoklady jedince. Analýza somatických předpokladů spadá do oboru sportovní antropologie. Vedle klasických antropologických charakteristik, tělesné výšky, tělesné hmotnosti, somatotypu atd., se jako nezbytné jeví hodnocení tělesného složení.

Antropologie používá řadu metod určení tělesného složení. Vedle klasické antropometrie se jako relativně přesná a rychlá jeví metoda bioimpedanční.

Výsledky analýzy slouží nejen pro potřeby optimalizace tréninkového procesu, svou roli hrají také v identifikaci sportovního talentu.

Cílem předložené diplomové práce je analýza tělesného složení u extraligových hráčů ledního hokeje vybraných věkových kategorií.



## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 HISTORIE LEDNÍHO HOKEJE

Lední hokej vznikl ve druhé polovině 19. století v Kanadě. První historicky doložené utkání se odehrálo 3. března 1875. Dějištěm se stala pravděpodobně první hala ve světě Victoria Skating Ring v Montrealu (Gut & Prchal, 2008).

Druhá část historiků se domnívá, že předchůdce současného hokeje pochází ze starého Řecka. Dochovaly se malby pocházející přibližně z roku 480 před našim letopočtem, které znázorňují dva muže hrající si s holemi a míčkem. Hra se jmenovala keratizein. Od starých Řeků převzali tuto hru Římané, kteří ji přinesli do okupované západní Evropy. V Egyptě se hrála hoksha a možná svým názvem připomíná dnešní hokej. Na Britských ostrovech se pak ve středověku hrály hry s holí a míčkem pod nejrůznějšími názvy (Gut & Prchal, 2008).

Když v 16. století přišli francouzští kolonizátoři do oblasti Velkých jezer na severu amerického kontinentu, hrály tam indiánské kmeny Hurónů, Irokézů a Chippewayů na loukách, a v zimě na ledě, hru s holemi a míčkem. Hry se jmenovaly baggataway, hurley a shinny. Vojáci z Evropy s sebou přivezli podobnou hru zvanou hoquet. Z tohoto slova pravděpodobně později vznikl název hockey (Starší, Jančoková & Výboh, 1999).

Zprávy o sportovních aktivitách jsou dochovány i od cestovatelů z nově objeveného jižního amerického kontinentu. Španělský mořeplavec Ovalle namaloval v roce 1646 obrázek zachycující dvacet chlapců připravených ke hře. V rukou drží zahnuté hole a dva se chystají rozehrát míček (Gut & Prchal, 2008).

Do Evropy pronikl lední hokej na začátku 20. století. Nejdříve se hrálo v Anglii, následně ve Francii, Belgii a Německu. Prvním hokejovým klubem, založeným v Evropě, byl Prince Hockey Club London 1897. Roku 1908 pak byla založena Mezinárodní liga ledového hokeje (LIGH – IIHF). Mezi zakládající země patřily: Francie, Anglie, Belgie a Švýcarsko (Starší et al., 1999).

## **2.2 HISTORIE HOKEJE V ČESKÝCH ZEMÍCH**

Podle Guta a Prchala (1998) pochází první písemně doložená zmínka o hokeji v našich zemích z roku 1894. Časopis Sport zveřejnil pravidla a popis této zimní hry.

Na území bývalého Československa se přesunul lední hokej z Německa. V roce 1901 proběhlo v Čechách oficiální mistrovství republiky v bandy hokeji. Kanadský hokej se postupně hraje od roku 1908 (Starší et al., 1999).

V roce 1908 se stal Český svaz ledního hokeje členem Mezinárodní federace ledního hokeje. Na první turnaj, při příležitosti kongresu LIGH v Chamonix, prohráli reprezentanti Čech s Francií 1:8. Z druhého mistrovství Evropy v roce 1911 přivezli hokejisté první titul mistrů Evropy. První poválečné mistrovství světa organizovala v roce 1947 Československá republika. Úspěch reprezentačního družstva v podobě prvního titulu mistrů světa vedl k dalšímu rozvoji ledního hokeje v Čechách i na Slovensku (Kostka, Bukač, & Šafařík, 1986).

Titul mistrů světa se podařilo reprezentaci Československa a České republiky získat celkem dvanáctkrát. Naposledy se stala Česká republika mistrem světa překvapivě i v roce 2010 na MS v Německu. Historicky jedinou zlatou medaili ze zimních olympijských her přivezli hokejisté České republiky v roce 1998 z Nagana. Mistry světa do 20 let byli naši hokejisté dvakrát. Mistrem Evropy do 18 let se naši junioři stali celkem pětkrát.

## **2.3 CHARAKTERISTIKA LEDNÍHO HOKEJE**

Podle Havlíčkové et al. (1993) je lední hokej kolektivní hra. Tým se skládá maximálně z 22 hráčů, kdy 6 z nich hraje, ostatní střídají. Utkání trvá 60 minut čistého času a je rozděleno na třetiny po 20 minutách. Hrací plocha má na délku 56–61 m a na šířku 26–30 m. Hřiště je v rozích zaobleno, hra může probíhat i za brankou.

Lední hokej je hra, ve které se uplatňuje překonávání překážek, které reprezentuje pohyb na bruslích, použití hokejové hole a malého kotouče ve hře. Rychlost hry, možnost uplatnění tvrdého prosazování v osobních soubojích dává

hokejové hře charakter mužného, čestného boje. Náročnost hry vede ke střídání hráčů, kteří v krátkém časovém úseku vydávají maximum sil, které se regenerují relativně delším pobytem na střídačce. Pro lední hokej je tedy charakteristické střídání napětí a uvolnění stejně jako akcí vázaných na různý bruslařský pohyb i různou techniku ovládání hole a kotouče (Kostka et al., 1986, 9).

### **2.3.1 Kanadské pojetí hry**

Kanada má pro hokej mimořádně příznivé podmínky, které jí zajišťují především masovou základnu mládeže.... Vlastní vývoj v Kanadě vedl k poněkud odlišnému pojetí pravidel.... Pravidla umožňovala již řadu let hru tělem po celé ploše.... Pozoruhodné je zakončování útočných akcí – tvrdé, důrazné, s maximální vůlí dát branku. Útočníci střílejí bez zábran, riskují i nebezpečné atakování bránícími hráči.... Typický je přístup ke hře. Kanadský hráč je od dětství veden ke hře s plným úsilím, s maximálním nasazením všech sil. V zápase musí vydat vše, a proto jen málokdy se u kanadských hráčů objevuje taktizování. Hráč je bojovník, nesmí projevit slabost, strach, nesmí být deprimován osobním neúspěchem.... Kanadští hráči nepůsobí na ledě tak dobrým dojmem jako rychlí Evropané. Mají však obrovskou stabilitu a způsob jejich bruslení, třebaže méně pohledný je většinou maximálně účelný (Kostka, 1984, 16-18).

### **2.3.2 Český hokej**

Československé pojetí ledního hokeje je založeno především na taktice, využívá osobní techniky a tvořivé schopnosti hráčů. Tento způsob hry vyžaduje velké citlivosti při sestavě hráčských kolektivů.... Českoslovenští hokejisté tradičně uplatňují vyspělou techniku bruslení i vedení kotouče.... Poměrně malá hráčská základna vyžaduje soustavné sledování talentů i ligových hráčů... (Kostka 1984, 20).

## 2.4 SPORTOVNÍ VÝKON

„Sportovní výkon je jednou z hlavních kategorií (základních pojmů) sportu a sportovního tréninku. K němu se soustřeďuje pozornost sportovců, trenérů a dalších odborníků. Pro trénink, v němž se výkon především buduje, má jeho hlubší poznání zásadní význam“ (Jansa, Dovalil et al., 2009, 149).

„Sportovní výkon lze charakterizovat jako projev specializovaných schopností sportovce. Jeho obsahem je uvědomělá pohybová činnost zaměřená na řešení úkolu, který je vymezen pravidly jednotlivých disciplín, závodů, soutěží a utkání“ (Lehnert, Novosad, & Neuls, 2001, 8).

Sportovní výkony se realizují ve specifických pohybových činnostech, jejichž obsahem je řešení úkolů, které jsou vymezeny pravidly příslušného sportu a v nichž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů. Tyto činnosti, ovlivňované vnějšími podmínkami provedení, představují určité požadavky na organismus a osobnost člověka (Jansa, Dovalil et al., 2009, 149).

V ledním hokeji je cílem sportovního výkonu vstřelit více branek soupeři než kolik vstřelí on sám. Můžeme ho rozdělit na absolutní a relativní. Absolutní výkon je takový, který chápeme jako rekordní (školní, krajský, republikový, světový). Naproti tomu relativní je takový výkon, který je dán schopnostmi a možnostmi jedince... (Pavliš et al., 1995, 205).

### 2.4.1 Struktura sportovního výkonu

S využitím systémového přístupu lze interpretovat sportovní výkon jako vymezený systém faktorů (také se používá označení prvky, komponenty, determinanty aj.), který má určitou strukturu. Její jednotlivé prvky mohou být rázu somatického, fyziologického, motorického, psychologického apod. Mohou být jednodušší a dobře identifikovatelné (např. somatické znaky), ale i složitější (např. koordinační schopnosti) (Jansa, Dovalil et al., 2009, 150-151).

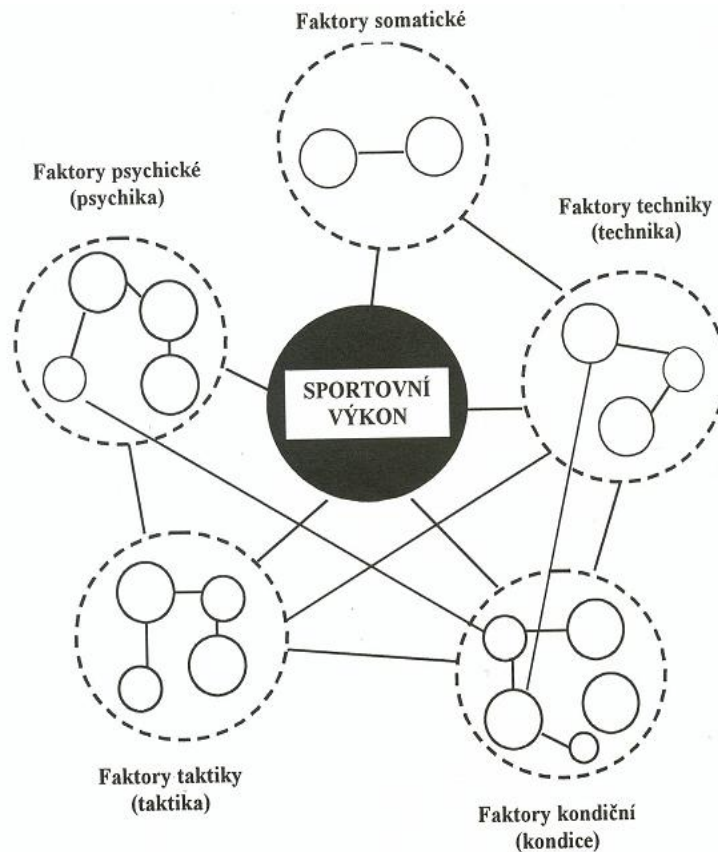
Každý sportovní výkon má svou specifickou strukturu. Střelectví potřebuje jiný typ temperamentu než úpolové sporty, sprinter musí být jiný než maratonec, gymnasta nesmí být vysoký, naopak basketbalista musí. Tato struktura je dána integrací určitých pohybových a psychických složek – faktorů. Tyto faktory mohou být jednoduché – např. tělesná výška, nebo složité – obratnostní schopnosti, schopnost hrát. Lední hokej chápeme jako tzv. multifaktoriální výkon – tj. výkon, na kterém se podílí množství různých faktorů, které jsou schopny se do určité míry vzájemně nahradit. Jiným typem výkonu je tzv. monofaktoriální výkon (např. maratónský běh), který je z převážné části daný pouze rozvojem vytrvalostních schopností (Pavliš et al., 1995, 205-206).

Podle Lehnerta et al. (2001, 9) je sportovní výkon ovlivněn působením těchto determinant:

1. Vrozené dispozice – předpoklady, jejichž míra rozvoje je dána realizovanou pohybovou činností (působením dále uvedených determinant).
2. Tréninková (event. mimotréninková) činnost – dlouhodobé působení adaptačních podnětů.
3. Sociální prostředí – podmínky, ve kterých se sportovec vyvíjí.

Faktory ovlivňující sportovní výkon Jansa, Dovalil et al. (2009, 151):

- faktory somatické, zahrnující konstituční znaky jedince, vztahující se k příslušnému sportovnímu výkonu,
- faktory kondiční, tj. soubor pohybových schopností,
- faktory techniky, související se specifickými sportovními dovednostmi a jejich technickým provedením,
- faktory taktiky jako součást tvořivého jednání sportovce („činnostní myšlení“, paměť, vzorce jednání jako taktické řešení),
- faktory psychické, zahrnující kognitivní, emoční a motivační procesy uplatňované v řízení a regulaci jednání a vycházející z osobnosti sportovce.



**Obrázek 1.** Struktura sportovního výkonu (Dovalil et al., 2005)

#### 2.4.2 Týmový herní výkon

Týmový herní výkon – výkon sociální skupiny založený na individuálních herních výkonech, které však podléhají vzájemnému působení (vliv sociálně-psychologických a činnostních determinant). Hráči ovlivňují své jednání podle rolí, které jim byly přiděleny v družstvu. Při hodnocení týmového herního výkonu je hlavním kritériem, avšak nikoliv jediným, výsledek utkání. Kromě výsledků lze jeho úroveň charakterizovat počtem a úspěšností útočných a obranných akcí, počtem získaných a ztracených míčů atd. (Lehnert et al., 2001, 12).

„Lední hokej jako kolektivní sportovní hra velmi výrazně závisí na týmovém herním výkonu. Často družstvo, které nemá tak výrazné individuality, poráží díky své týmové hře soupeře, kteří jsou po individuální stránce na vyšší úrovni“ (Pavliš et al., 1995, 207).

### 2.4.3 Individuální herní výkon

Individuální herní výkon – má vždy formu herních činností jednotlivce, které jsou projevem herních dovedností, tj. učením získaných dispozic k účelnému jednání při hře. Je limitován individuálními motorickými a psychickými předpoklady a schopností je uplatnit ve hře. Herní dovednosti jsou podmíněny bioenergeticky, biomechanicky, somaticky, psychicky, deformačními vlivy, požadavky trenéra apod. (Lehnert et al., 2001, 12).

„V souvislosti s faktory individuálního sportovního výkonu je vhodné zavést ještě další termín, kterým jsou modelové charakteristiky struktury sportovního výkonu. V každé sportovní disciplíně je snaha vytvořit určitý model, jak by měl vypadat ideální představitel disciplíny“ (Pavliš et al., 1995, 206).

Modelová charakteristika hráče ledního hokeje podle Pavliše et al. (1995, 207):

Somatické faktory:

výška 180–190 cm

hmotnost 85–90 kg

silový typ, robustní konstituce

Kondiční faktory:

silově zaměřený – především dolní končetiny, explozivní síla (skok daleký z místa 280 cm a více), horní končetiny (bench press 120 kg a více), síla v předloktí a prstech.

$VO_2\max.kg^{-1} - 60 ml.min^{-1}.kg^{-1}$  a více,

velmi dobrý obratnostně (prostorová orientace – salta, přemety vpřed),

dobré rychlostně vytrvalostní předpoklady – 400 m kolem 55 s.

Technické faktory:

dobrá statická i dynamická rovnováha (pro bruslení, osobní souboje ap.)

schopnost provádět více činností současně (bruslení, vedení kotouče, sledování spoluhráčů a soupeřů

kvalitní jemná koordinace (střelba, zpracování kotouče ap.)

Taktické faktory:

tvůrčí schopnosti

souhra v kolektivu

dobré periferní vidění  
schopnost rychle se rozhodovat

Osobní faktory:

sangvinik až choleric  
dominantní, nebojácný, zdravě sebevědomí, agresivní.

#### **2.4.4 Kondiční faktory**

Cílem kondiční přípravy je vytvářet tělesné předpoklady pro sportovní výkon. V případě ledního hokeje je výkon v utkání velmi úzce spjat s rozvojem pohybových schopností. Kondiční příprava zajišťuje tento rozvoj ve dvou oblastech. Je to: a) vytváření široké pohybové základny, která slouží jako východisko pro b) rozvoj speciálních pohybových schopností. Ty zabezpečují v souladu s technicko- taktickými dovednostmi provedení sportovního výkonu na požadované úrovni (Pavliš et al., 1995, 220).

#### **Silové schopnosti**

Ve většině sportovních disciplín se úroveň silových schopností významně podílí na struktuře sportovního výkonu. Vliv silových schopností v porovnání s jinými kondičními faktory samozřejmě závisí na charakteru disciplíny a na délce trvání závodu v dané specializaci. V některých sportech mají rozhodující význam.... Stále více se uplatňuje ve sportovních hrách, (zejména kontaktních – hokej, ragby, házená..., kde se také překonává aktivní odpor soupeře) (Perič & Dovalil, 2010, 79).

Silové schopnosti potřebují pravidelné zatěžování po dlouhou dobu. V ledním hokeji se za základ považuje silový rozvoj v přípravném období získaný prostřednictvím speciálních průpravných a doplňkových cvičení. Získaný silový potenciál se dotváří v kondičním a herním tréninku na ledě v předzávodním a závodním období. První změny jsou vidět při silovém tréninku 4x týdně kolem 1 měsíce až 6 týdnů (Pavliš et al., 1995, 228).



## **Rychlostní schopnosti**

Podle Periče a Dovalila (2010, 93) „rychlostní schopnosti se podílejí na výsledném výkonu v mnoha sportovních disciplínách. Některé jsou na nich přímo závislé – sprinty v atletice, dráhové cyklistice apod. Velký vliv mají ve většině sportovních her, kde se často odehrávají sprinterské souboje o míč mezi dvěma soupeři...“.

„Rychlostní schopnosti chápeme jako schopnost konat krátkodobou pohybovou činnost (do 20 s.) co nejrychleji. Jde o činnost maximální intenzity, prováděnou bez odporu nebo jen s malým odporem. Je charakteristická převážným zapojením ATP-CP zóny“ (Pavliš et al., 1995, 230).

### **Rychlost reakce**

„V ledním hokeji má význam v několika oblastech – při vhazování, v souboji o kotouč, při reakci na pohyb a hru soupeře ap. Zásadní je však pro činnost brankáře, kde její délka přímo ovlivňuje kvalitu jeho zásahů...“ (Pavliš et al., 1995, 230).

### **Rychlost acyklická**

„Rychlost acyklická je charakterizována jako maximální rychlost provedení jednotlivého pohybu.... V ledním hokeji je užívána při střelbě, v některých případech práce s holí (klička), při zásazích brankáře“ (Pavliš et al., 1995, 231).

### **Rychlost cyklická**

„Rychlost cyklická bývá charakterizována snahou o co nejrychlejší překonání určité vzdálenosti nebo přemístění se v prostoru. Jedná se o určitý celkový pohybový projev.... V ledním hokeji se rychlost cyklická využívá v největší míře při bruslení“ (Pavliš et al., 1995, 232).

## **Vytrvalostní schopnosti**

Vytrvalost je pohybová schopnost člověka dlouhodobě provádět tělesnou činnost s intenzitou menší než maximální nebo vykonávat tělesná cvičení s nejvyšší možnou intenzitou během stanovené doby (Pavliš et al., 1995).

Podle Periče a Dovalila (2010, 106) „vytrvalostní schopnosti můžeme obecně chápat jako schopnost odolávat únavě. Jsou závislé především na úrovni rozvoje fyziologických funkcí, jako jsou okysličovací a transportní procesy ve svalech (dýchací schopnost svalů), rozvoj oběhově-dýchacího systému. Dále je ovlivňují i procesy psychické, především morálně-volní“.

V ledním hokeji plní vytrvalostní schopnosti úlohu kondičního základu výkonu ve hře. Vytvářejí v organismu takové podmínky, aby hráč mohl odehrát utkání (nebo sérii utkání) v plném tempu a nasazení po celou dobu. Druhým úkolem vytrvalosti jsou vysoce rozvinuté zotavovací schopnosti, které se projevují v průběhu hry. Při opakovaném rychlostním zatížení (např. v utkání) nastává produkce laktátu, který způsobuje mírné až střední okyselení, které ovlivňuje negativně funkci CNS a pro další činnost je nutné tyto produkty důsledně a rychle odbourávat. Z těchto hledisek je možné posuzovat vytrvalostní schopnosti i jako předpoklad pro uplatnění taktických dovedností, tvořivosti a herní inteligence (Pavliš et al., 1995, 236).

### **Koordinální schopnosti**

Podle Periče a Dovalila (2010, 116) „koordinální schopnosti (často nazývané také jako schopnosti obratnostní) zauímají mezi ostatními pohybovými schopnostmi zvláštní místo. To vyplývá ze značně různorodých projevů a zejména z jejich postavení vzhledem k ostatním pohybovým schopnostem, jsou v pozici jakéhosi ‘mostu’ mezi nimi“.

Jelikož je hokej hra plná tělesných kontaktů, pádů a rychlého pohybu kotouče, je zapotřebí, aby obratnostní schopnosti byly rozvinuty do značné míry. Jedná se především o dvě oblasti. Za první, aby docházelo co nejméně k situacím, ve kterých se hráč nedokáže orientovat a zvládat svůj pohyb, a za druhé, aby pokud tato situace nastane, byl hráč schopen zkoordinovat svůj pohyb co nejrychleji (Pavliš et al., 1995, 244).

#### **2.4.5 Technické faktory**

Podle Periče a Dovalila (2010, 135) „technika ve sportu znamená způsob provedení požadovaného pohybového úkolu, tedy jeho provedení, průběh – uspořádání pohybu v prostoru a čase. S ohledem na individuální zvláštnosti může být tentýž pohybový úkol řešen různě, to dává technice osobitý ráz, který se označuje jako styl“.

„Technika je chápána jako optimální provedení daného pohybu v souladu se zákonitostmi pohybu a v souladu s předepsanými pravidly dané sportovní disciplíny (v našem případě ledního hokeje)“ (Pavliš et al., 1995, 250).

Technika provedení a úroveň dovedností je ovlivněna množstvím faktorů, mezi které, jak uvádí Perič a Dovalil (2010, 135), patří:

- kondiční připravenost (rozvoj silových, rychlostních, vytrvalostních schopností),
- koordinační funkci CNS (koordinace vnitro a mezisvalová),
- psychické vlastnosti a schopnosti (motivace, koncentrace, regulace a další).

#### **2.4.6 Taktické faktory**

Podle Periče a Dovalila (2010, 144) „ve sportu má taktická příprava různý význam, nejmenší má v typech výkonu, jako je gymnastika či střelba, naopak ve sportovních hrách či úpolových sportech má na vrcholové úrovni zásadní vliv na výkon v utkání či soutěži“.

V ledním hokeji má na vrcholové úrovni zásadní význam pro výkon v utkání. Tato skutečnost je dána především proměnlivostí sportovního boje a z ní vyplývající nutnosti sledovat dynamické změny herních situací, rychle vybírat optimální řešení a realizovat ho často ve velmi krátkém časovém úseku. Současně je však nutné si uvědomit, že plné uplatnění taktiky je možné až tehdy, když hráči dosáhli jisté úrovně kondiční a technické připravenosti. Proto se také taktické dovednosti uplatňují v plné míře až na vrcholové úrovni (Pavliš et al., 1995, 255).

#### **2.4.7 Psychologické faktory**

„Cílem psychologické přípravy je vytváření optimálních psychických předpokladů sportovce pro úspěšnou realizaci sportovního výkonu. To má vest ke zkvalitnění a urychlení adaptace sportovce na podmínky sportovní činnosti, zejména o přizpůsobení a vědomou regulaci psychických funkcí sportovce na podmínky tréninku a soutěží (Perič & Dovalil, 2010,151).

Je dobré si uvědomit, že právě díky obrovskému množství vnitřních, dědičně určených předpokladů a nekonečnému počtu vnějších vlivů a faktorů okolí, které osobnost spoluutvářejí, žádní dva jedinci na celém světě nejsou stejní. Každý člověk je naprosto jedinečná osobnost se svými unikátními vlastnostmi, schopnostmi i individuálním vývojem.... Toho by si měli být dobře vědomi nejen trenéři hokeje, ale i rodiče a vůbec všichni, kteří jsou ve styku s mladými lidmi (Pavliš et al., 1995, 156).

#### **2.4.8 Somatické faktory**

V praxi se k somatickým charakteristikám sportovců běžně užívá tělesné výšky a hmotnosti těla. Obě slouží i jako orientační ukazatele pro posouzení mladých sportovců, stejné charakteristiky od rodičů lze použít pro zjištění genetických předpokladů při predikci výběrů talentů a dalšího vývoje sportovce hlavně ve specializacích, kde výška těla či hmotnost patří k limitujícím faktorům výkonů. Dílčími somatickými faktory mohou být délky tělesných segmentů (např. paží) a jejich vzájemné proporce (Jansa, Dovalil et al., 2009, 149).

„K základním somatickým činitelům ovlivňujícím výkon u hráčů patří tělesná výška a hmotnost. Jsou rozhodující jen u některých hráčských specializací a v některých sportovních hrách“ (Lehnert et al., 2001, 13).

## 2.5 PROFIL HRÁČE LEDNÍHO HOKEJE

Hráči ledního hokeje se zařadili v ČSSR z hlediska somatotypu v pořadí jednotlivých sportů hned za tv. typicky silové sporty, které tvoří vzpírání, gymnastika nebo atletické vrhy. Útočníci a obránci se nejčastěji vyznačují vysokým stupněm rozvoje svalstva a kostry a středním až nízkým stupněm štíhlosti. Typ hráče nelze stanovit přesně, avšak víme, že tendence vývoje se přiklání k výběru hráčů vyšších postav s dobře vyvinutou muskulaturou (Kostka et al., 1986, 9-10).

První antropometrické šetření bylo provedeno v roce 1928. Od té doby byly doma i v zahraničí publikovány četné práce zaměřené na somatický profil hráče LH. Většinou se shodují v tom, že hokejisté jsou obvykle atletického typu s velkým objemem především stehenního a gluteálního svalstva. Množství tělesného tuku se pohybuje od 8 do 13 %. Hokejisté mají vyšší podíl aktivní tělesné hmoty a vyšší výkonnost oběhového systému ve srovnání s běžnou populací. Jejich optimální tělesná výška je 178 – 182 cm, hmotnost 78 – 82 kg a věk 25 – 27 let (Havlíčková et al., 1993, 152).

Jako hráči v jiných kontaktních sportech se hokejisté vyznačují nadprůměrně vysokými, robustními postavami (~180-190 cm/80-95 kg) s endo-mezomorfním nebo vyrovnaně mezomorfním somatotypem (kolem 2,5-6-2, u současné elity NHL spíše 2,5-6,5-1,5). Můžeme se však setkat s vynikajícími hráči o výšce pouhých 175 cm (Uram 172, Leška 174, Výborný 175) i s obry měřícími přes 200 cm. O dramatické selekci hokejových talentů v posledních desetiletích svědčí skutečnost, že čs. reprezentanti z roku 1970 po fyzické stránce (výška, BMI, svalový rozvoj horní poloviny těla) zaostávají i za týmy současné druhé soutěže. Tvrdé tělesné souboje vyžadují silné klouby a šlachy chráněné dobře vyvinutým svalstvem.... Množství tělesného tuku je nízké, ale nikoli extrémně (~10-12 %) (Grasgruber & Cacek, 2008, 269).

**Tabulka 1.** Porovnání vybraných tělesných parametrů 15letých hokejistů s běžnou populací z roku 1980 (upraveno podle Plachety, 1980)

Parametr	Nesportující n=34	Hokejisté n=16
Věk	15	15
Tělesná hmotnost	61,17 kg	58,79 kg
Tělesná výška	172,51 cm	171,82 cm
Tuk	13,30%	8,30%
Aktivní tělesná hmota	52,5 kg	53,81 kg

**Tabulka 2.** Srovnání tělesné výšky a tělesné hmotnosti extraligových hokejistů s hokejisty NHL z let 2002/2003 (upraveno podle Grasgrubera a Cacka, 2008, 269)

Tým	výsledek	počet (n)	výška	min–max	hmotnost	min–max
<b>Slávia Praha</b>	1. Extraliga 2002/03	27	183,7 cm	175–190	83,1 kg	68–95
<b>Tesla Pardubice</b>	2. Extraliga 2002/03	26	184,0 cm	176–196	90,4 kg	76–112
<b>New Jersey Devils</b>	1. NHL 2002/03	21	184,7 cm	170–196	90,3 kg	76,5–105,8
<b>Mighty Ducks of Anaheim</b>	2. NHL 2002/03	26	186,5 cm	178–193	92,5 kg	81–105

## 2.6 ANTROPOLOGIE

Pojem antropologie pochází z řečtiny a označuje vědu o člověku (antropos – člověk, logos – věda). První použil tento termín Aristoteles pro označení zkoumání duchovních vlastností člověka. Magnus Hundt použil zřejmě jako první termín pro označení fyzických vlastností člověka. V západoevropské literatuře se antropologie objevuje s dvojitým významem – jako vědy o lidském těle a jako vědy o duševních vlastnostech (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Podle Maliny a kol. (2009) na základě předešlých objevů a výzkumů dochází ve druhé polovině 19. století ve Velké Británii a Spojených státech amerických k ustavení široce koncipované antropologie, která zkoumá člověka nejen jako biologickou bytost, ale také jako tvůrce a produkt kultury. Zbylá Evropa v té době i nadále vnímá antropologii jako vědu přírodní. Zabývá se studiem morfologie a fyziologie lidského těla a jeho variability.

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006, 6) „úlohou antropologie je tedy zkoumat proces přechodu od biologických zákonitostí, kterým plně podléhal živočišný předek člověka, k zákonitostem sociálním, které jsou v převaze při ovlivňování života člověka současného. Protože předmětem studia je člověk, nemůže zůstat jen v hranicích věd přírodních, ale musí vstupovat i do oblastí věd společenských a historických“.

### 2.6.1 Funkční antropologie

Podle Riegerové a Ulbrichové (1998) se současná funkční antropologie zabývá studiem vztahů mezi morfologickou a funkční variabilitou člověka.

Na formulování základní problematiky funkční antropologie se proto podílí významný fenomén měnícího se životního stylu člověka, zvyšující se nároky na jeho nervový systém, se současným snižováním přirozeného zatěžování pohybového aparátu člověka a s tím související snižování fyzické zdatnosti a výkonnosti. V současné společnosti výrazně narůstá role cílevědomě organizované tělesné výchovy a jejího vlivu na děti, mládež i dospělou populaci. Tělesná výchova a sport se tak stávají základní složkou energetického výdaje,

který může na organismus pozitivně působit (Riegerová et al., 2006, 6).

### **2.6.2 Sportovní antropologie**

Sportovní antropologie zkoumá morfologické a funkční podmínky lidské motoriky a vliv morfologických parametrů na sportovní výkon. Vztah mezi tělesnou stavbou a výkonem není přímý, ale je zprostředkován vztahem ke struktuře výkonu nebo prvkům struktury pohybových činností, které mají pro daný výkon limitující význam. Tyto vztahy jsou pak určující pro modelové charakteristiky v konkrétních sportovních disciplínách (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Pojetí sportovní antropologie bylo mnohdy omezováno jen na vztah ke sportovním aktivitám, s cílem dosahování vyšších sportovních výkonů, hledáním efektivnějších tréninkových metod, deskripci optimálních somatických předpokladů sportovních výkonů v určitých sportovních disciplínách. Poznání vysoce specializovaných skupin jedinců, na něž jsou kladeny vysoké fyzické i psychické nároky, může být zpětně aplikováno na obecnou populaci a využito pro tvorbu modelů pohybových režimů, jako součást životního stylu. Může poskytnout významné informace o limitních možnostech lidského organismu (Riegerová et al., 2006, 7).

Podle Riegerové a Ulbrichové (1998) je studium pohybových činností člověka velmi komplikované, proto v řadě zemí vznikl samostatný obor kinantropologie. Dělí se dále na anatomii, kinantropometrii, biomechaniku, fyziologii, pedagogiku, psychologii, sociologii i kulturní vědy.

### **2.6.3 Kinantropometrie**

Kinantropometrie vychází ze základních metod fyzické antropologie a její oblast zájmů je velice úzce spjata s náplní antropologie funkční. V roce 1986 byla ve skotském Glasgow založena mezinárodní organizace ISAK („The International Society for the Advancement of Kinanthropometry“) sdružující odborníky, jejichž profesionální zaměření je spojeno s oborem kinantropometrie. V rámci svých aktivit věnuje pozornost také rozvoji nových technik a inovaci



instrumentáře pro kinantropometrický výzkum (Riegerová et al., 2006, 7).

Podle Chytráčkové (2003, 36) „...je v současnosti kinantropometrie definována jako: studium převážně strukturálních vlastností člověka (absolutních rozměrů, tělesného typu, proporcí, složení těla a zrání (maturace) ve vztahu k celostním motorickým projevům s ohledem na růst a vývoj, fyzickou aktivitu, výkonnost a výživu“.

## **2.7 FRAKCIONACE HMOTNOSTI TĚLA**

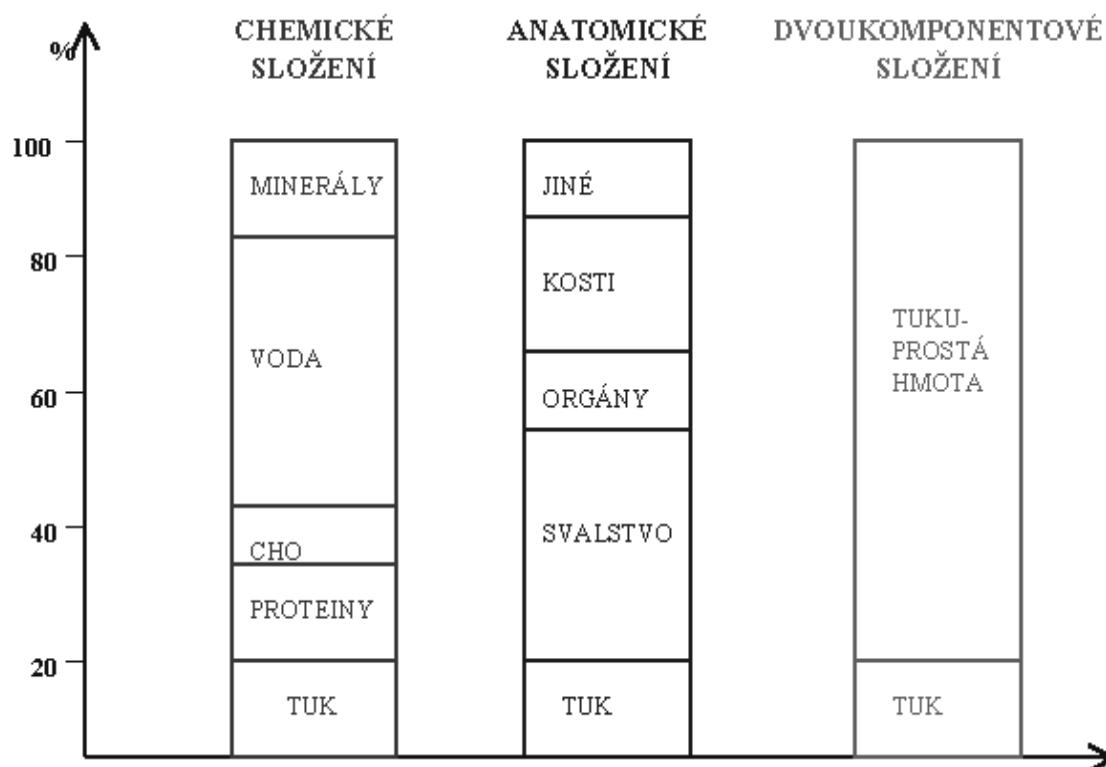
Hmotnost těla je základním morfologickým měřítkem, ze kterého je nutné vycházet při hodnocení dynamiky lidského pohybu. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je důležité zkoumat i jednotlivé frakce, které lze z hlediska pohybových projevů označit jako aktivní a pasivní složky (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Působením tělesné zátěže na lidský organismus je ze somatometrického hlediska posuzováno hlavně změnami frakcionace tělesné hmotnosti – především úbytku tukové a nárůstu svalové frakce, případně kosterní složky. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti rovněž vypovídá o aktuálním zdravotním stavu a výživě. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při snaze o úpravu tělesné hmotnosti.... Stavba těla, tělesné složení a tělesné rozměry jsou podstatnými faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti (Riegerová et al., 2006, 24).

Frakcionaci hmotnosti těla lze tedy chápat ze dvou aspektů. Prvním aspektem je podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla – tělesné složení (body composition). Tím druhým je hodnocení hmotnosti jednotlivých tělesných segmentů jako článků kinematického řetězce (distribuce hmoty těla) (Riegerová et al., 2006).

## 2.7.1 Modely tělesného složení

Lidské tělo se skládá z komponent, které se dají charakterizovat chemickým či anatomickým modelem. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Podle anatomického modelu tělo tvoří tuková tkáň, svalstvo, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáň (Riegerová & Ulbrichová, 1998).



**Obrázek 2.** Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno podle Riegerová et al., 2006)

Centrální model zkoumající tělesné složení je „five-level model“ – anatomický, molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový (Heymsfield, Lochman, Wang, & Going, 2005).

### Anatomický model

Tento model vychází ze zastoupení jednotlivých prvků vyskytujících se v organismu. Z šesti základních chemických prvků C, O, N, H, Ca, P se skládá devadesát osm procent tělesné hmotnosti. Zbývající část tvoří 44 dalších chemických prvků (Riegerová et al., 2006; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).

### **Molekulární model**

Lidské tělo utváří více než 100 000 chemických sloučenin. Jednotlivé molekuly tvoří 11 hlavních prvků. Hlavní sledované komponenty, které vycházejí ze současného molekulárního pojetí, jsou lipidy, voda, proteiny, minerály a glykogen (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).

### **Buněčný model**

Podle Riegerové et al. (2006) se jednotlivé molekulární komponenty spojují v buňky, které utvářejí živý organismus. Pro buněčný model se setkáváme s pojmem extracelulární tekutina (ECT). Z 94 % je tvořena vodou, zbytek pak představují organické a neorganické komponenty.

Hmotnost těla = buňky tukové tkáně + BM + ECT + ECPL

BM – svalové, pojivové, epiteliální a nervové buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

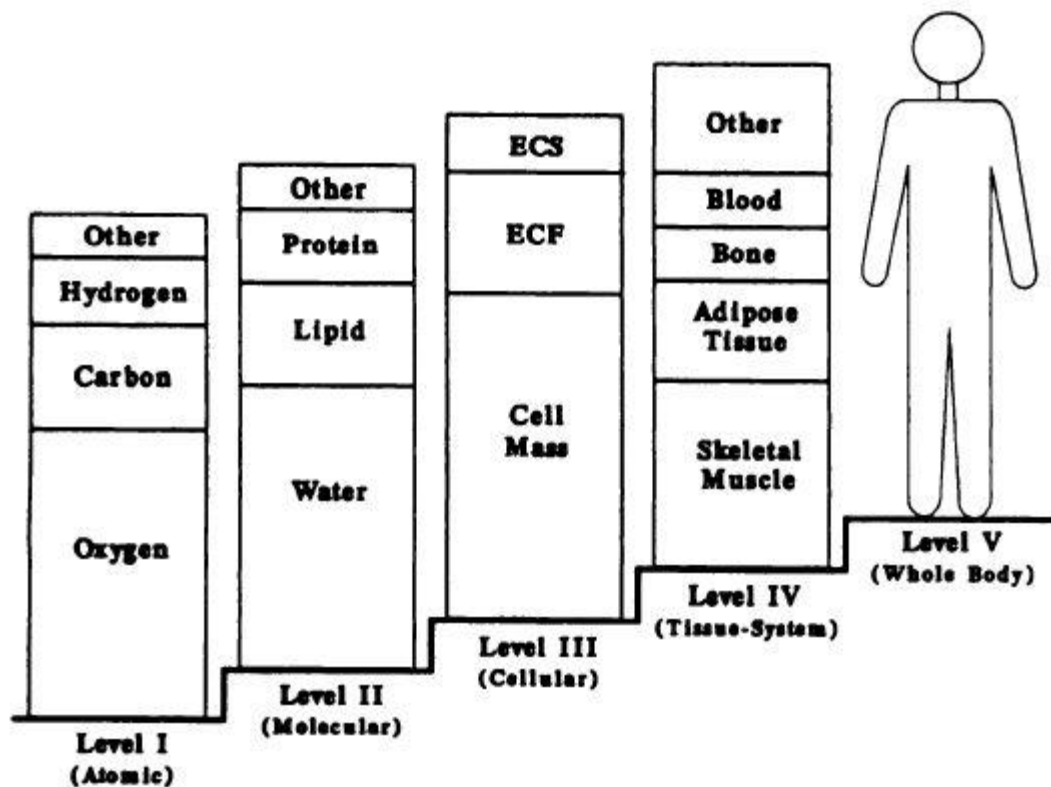
ECPL – organické a anorganické látky

### **Tkáňově-systémový model**

Přibližně 75 % celkové tělesné hmotnosti tvoří tkáň kostní, svalová a tuková. Lidský organismus pak definujeme: hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + respirační + oběhový + zažívací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém. Většina informací pochází ze studií mrtvol (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).

### **Celotělový model**

Celotělový model vychází z antropometrických měření ke stanovení jednotlivých ukazatelů: tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťována denzita těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku (Riegerová et al., 2006; Wang et al., 1992).



Obrázek 3. Pětistupňový model tělesného složení člověka (Wang et al. 1992)

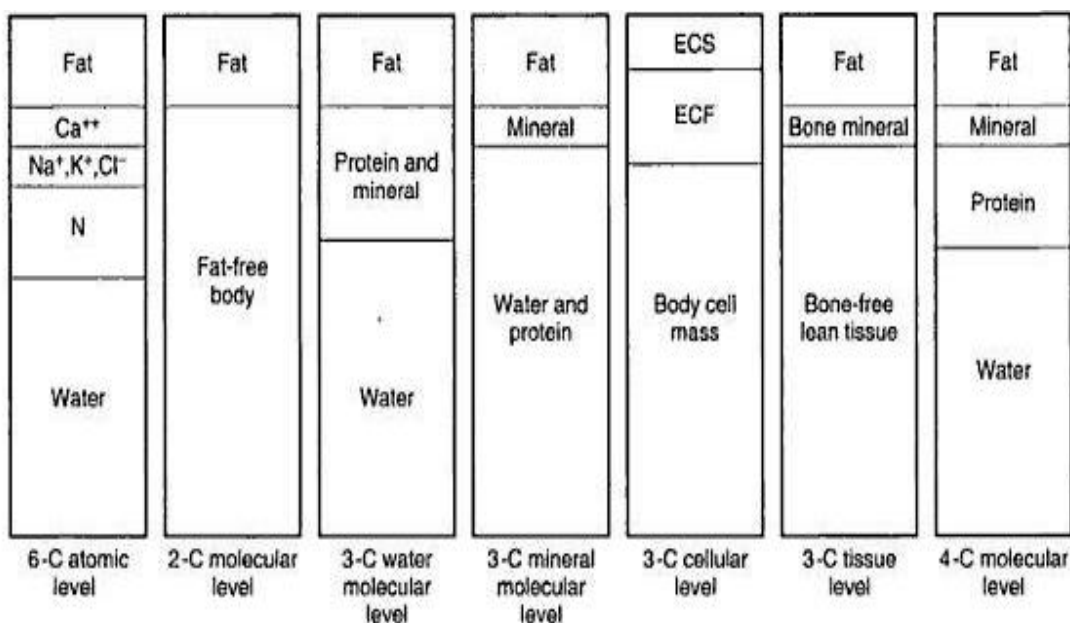
Podle Riegerové et al. (2006, 27) „v klinické a antropologické praxi je využíván podle možností a použití různých přístrojů a technik *dvou-, tří-, případně čtyřkomponentový model.*“

Dvoukomponentový model – rozděluje lidské tělo na dvě základní komponenty – tuk (fat mass, FM) a tukuprostou hmotu (fat-free mass, FFM).

Tříkomponentový model – rozlišuje tuk, vodu a sušinu (proteiny, minerály).

Čtyřkomponentový model – rozděluje tělesné složení na tuk + extracelulární tekutina + buňky + minerály (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Heyward a Wagner (2004) uvádějí šestikomponentový model (C-6). Tělesné složení – voda, tuk, dusík a ionty vápníku, sodíku, draslíku a chloridu.



**Obrázek 4.** Příklad dvou a více komponentových modelů (Heyward & Wagner, 2004)

## 2.7.2 Tělesný tuk

Nejsledovanější parametr hmotnosti těla je tuk. Jeho celkové množství je velice snadno ovlivnitelné. Mezi hlavní faktory řadíme především výživové aspekty a pohybovou aktivitu. Velice vysoká, stejně tak příliš nízká hodnota podkožního tuku bývá pro organismus člověka velice riziková. Podle Riegerové et al. (2006, 50) „nízké zastoupení podkožního tuku s sebou nese zdravotní riziko v podobě různých dysfunkcí, neboť určité množství tuku je nutné pro zachování základních fyziologických funkcí.... Vysoké zastoupení podkožního tuku je spjata obecně s obezitou, která vede ke zdravotním komplikacím a iniciuje vznik fyzicky a sociálně hendikepovaného jedince“.

Množství podkožního tuku u nesportujících mužů se pohybuje vesměs kolem 15 % a u žen mezi 20 – 25 %. Za ideální sportovní normu jsou považovány hodnoty 5 – 10 % u mužů a 14 – 18 % u žen. Nezdravý a riskantní je pokles tělesného tuku pod 3 % (muži), resp. 12 % (ženy). Pokles množství tělesného tuku na cca 10 % a méně, jak je to někdy možno pozorovat u vytrvalkyň, kulturistek, či modelek, již vyvolává zdravotní problémy jako např. poruchy menstruace.... Vysoké množství podkožního tuku má negativní vliv na výkon v naprosté většině sportů, neboť snižuje pohyblivost i relativní sílu, zhoršuje ekonomiku pohybu a v některých sportech (lyžování, cyklistika, rychlobruslení,

plavání) ovlivňuje i odpor prostředí při pohybu zvětšením objemu těla. Větší množství tuku je naopak vhodné např. u dálkových plavců, kde podporuje vztlak a vytváří tepelnou izolaci vůči působení chladu. Vrhačům pomáhá udržet stabilitu při odhodu a na některých pozicích v kontaktních sportech (americký fotbal, ragby apod.) může vytvářet ochranou „podušku“ proti tvrdým nárazům (Grasgruber & Cacek, 2008, 176).

**Tabulka 3.** Standardy % tělesného tuku pro muže a ženy v jednotlivých věkových skupinách (upraveno dle Heywarda a Wagnera, 2004)

<b>Standardy % tuku pro děti a dospělé</b>					
<b>Muži</b> věk	<b>Minimum</b>	<b>Nízká</b> hodnota	<b>Střední</b> hodnota	<b>Vysoká</b> hodnota	<b>Obezita</b>
6–17	<5	5–10	11–25	26–31	>31
18–34	<8	8	13	22	>22
35–55	<10	10	18	25	>25
55+	<10	10	16	23	>23
<b>Ženy</b>					
6–17	<12	12–15	16–30	31–36	>36
18–34	<20	20	28	35	>35
35–55	<25	25	32	38	>38
55+	<25	25	30	35	>35

Pro hodnocení tělesné hmotnosti a závažnosti jejich odchylek se užívají různá antropometrická kritéria, přímo nebo nepřímo kvantifikující celkové množství tělesného tuku. Protože přímé měření množství tělesného tuku je obtížné, nahrazujeme ho měřením tělesné hmotnosti a dalšími antropometrickými parametry. Tělesná hmotnost je běžně vyjadřovaná v kilogramech. Přesnější a nejpoužívanější metodou je však body-mass index (BMI)... (Nečas et al., 2000, 312).

### 2.7.3 Tukuprostá hmota

Jedná se o tělesnou hmotu bez tuku (fat free mass – FFM). Často bývá užito pojmu aktivní tělesná hmota (ATH), převzato z anglického výrazu lean body mass (LBM).

„ATH je komponentou heterogenní. Vzájemný poměr jejich složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Uvádí se, že na ATH se podílí 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů“ (Riegerová & Ulbrichová, 1998, 44).

Podle Riegerové et al. (2006, 60) „obecně se udává, že kosterní svalstvo tvoří u novorozenců cca 25 % hmotnosti těla, u dospělých jedinců okolo 40 %.... K největšímu nárůstu dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferencemi při nástupu a v průběhu adolescence. Rozvoj svalstva u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 60. rokem je relativně stabilní. Pak následuje postupný pokles“.

Podíl hmotnosti kosterního svalstva korigovaný vyjádřený v % celkové hmotnosti podle Matiegky je nejnižší u 6letých chlapců a postupně se zvyšuje z 36,5% až na 47,3% u 18letých s největším nárůstem mezi 11. až 16. rokem. U dalších sledovaných věkových kategorií se průměrné procento pohybuje mezi 45,6 a 47,8. Rovněž podle metody Drinkwatera-Rosse se průměrné procento korigovaného podílu kosterního svalstva zvyšuje ze 41% u 6letých na 45,4% u 18letých s největším nárůstem mezi 11. až 16. rokem. U dalších sledovaných věkových kategorií se průměry pohybují mezi 44,4% a 45,6% (Bláha et al., 1986, 93).

### 2.7.4 Celková tělesná voda

Nejvýznamnější složkou celkové tělesné hmotnosti je tělesná voda. Její množství je závislé na věku, pohlaví a tělesné hmotnosti. Průměrné množství tělesné vody u kojence se pohybuje od 80–85 %, u dítěte okolo 75 %

a u dospělého muže (63 %), u dospělé ženy 53 %. Nejvíce vody je obsaženo v krvi a ostatních tělních tekutinách (91–99 %), ve svalové tkáni (75–80 %) a v kůži. Podstatně menší množství se nachází v tukové tkáni (10 %) a kostech (22 %) (Riegerová et al., 2006, 56).

### **2.7.5 Metody odhadu tělesného složení**

Výrazné sociální, ekonomické kulturní změny ve vývoji naší společnosti, které probíhají v posledních desetiletích, se dotýkají všech oblastí lidského života. Došlo ke značným změnám ve výživě, k postupnému vyrovnávání regionálních rozdílů a rozdílů mezi městem a venkovem. Výrazně se zlepšila úroveň péče o zdraví člověka. Tyto a ještě některé další faktory, např. zvýšená migrace, faktor světla a záření, dostatek prahových množství bílkovin prvořadých pro vývoj dítěte, podobně jako mnoho dalších vlivů, působí na komplexní vývoj člověka a odrážejí se kromě jiného i ve změnách v jeho tělesné stavbě. Dokazují to výsledky antropometrických šetření, které se zabývaly rozvojem základních tělesných charakteristik naší populace (celostátní antropologické výzkumy mládeže, spartakiádní výzkumy). Z jejich závěrů vyplynulo, že stále ještě trvá růstová akcelerace a působí sekulární trend. Změny ve vývoji člověka však v posledních desetiletích probíhají rychlejším tempem a dřívější údaje již neodpovídají současnému stupni vývoje (Bláha et al., 1986, 15).

Podle Riegerové et al. (2006, 27) „metody pro odhad tělesného složení dále dělíme na laboratorní a terénní metody. Vybrané laboratorní metody jsou současně referenčními metodami. Pro terénní praxi jsou náročné z hlediska technického vybavení, nároků na odbornost obsluhy, organizační možnosti (probandi se musí dostavit do laboratoře, vyšetření trvá delší dobu) a cenová relace přístrojové techniky“.

#### **2.7.5.1 Antropometrie**

S pojmem tělesné složení se setkáváme poprvé u Matiegky (1921), který se pokusil o kvantifikaci tělesných komponent na základě zevních (antropometrických) rozměrů těla. Navrhl rozdělení hmotnosti těla na 4 složky: O – hmotnost skeletu (ossa), D – hmotnost kůže (derma) a hmotnost podkožní



tukové tkáně, M – hmotnost kosterního svalstva (musculi) a R – hmotnost zbytku (sic) (rezidua). Toto dělení nelze zaměňovat s čtyřkomponentovým modelem, odpovídá spíše modelu tříkomponentovému. Od dob Matiegkových byla vypracována řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, a to u více než 100 populačních skupin, s použitím kosterních rozměrů, obvodových měr a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů (Riegerova et al., 2006, 27).

„Kromě kaliperu byly pro měření tloušťky kožních řas vyvinuty i další metody. Tyto alternativní přístupy se snaží odstranit technické chyby při měření kaliperem – především různou stlačitelnost tkání,... Uvedené metody jsou založeny na podobných principech jako kaliperování a v důsledku toho je omezení jejich přesnosti stejné jako při použití kaliperu“ (Riegerová & Ulbrichová, 1998, 25).



**Obrázek 5.** Kalíper Best II K- 501 (upraveno dle <http://www.trystom.eu>)

Mezi naše hlavní autory, kteří provedli antropometrická měření u sportovní i nespportovní populace patří Bláha, Havlíček, Chytráčková, Matějková, Pařízková, Pavlík, Přidalová, Riegerová, Štěpnička, Ulbrichová a další.

### 2.7.5.2 Hmotnostně-výškové indexy

#### Body mass index

BMI je hmotnostně-výškový index (poměr tělesné hmotnosti a umocněné tělesné výšky). V celosvětovém měřítku je stále nejpoužívanějším tělesným indexem k posouzení optimální váhy (Nečas et al., 2000).

$$\text{BMI} = \text{hmotnost} / \text{výška}^2$$

m – tělesná hmotnost v kg

v – druhá mocnina tělesné výšky v m

**Tabulka 4.** Klasifikace obezity podle BMI a zdravotní riziko (Nečas et al., 2000, 313)

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Kategorie	Zdravotní riziko
18,5–24,9	norma	minimální
25,0–29,9	nadváha	< 26,9 ... nízké > 27,0 ... lehce vyšší
30,0–34,9	I. stupeň obezity	vysoké
35,0–39,9	II. stupeň obezity	vysoké
> 40,0	III. stupeň obezity	velmi vysoké

„Protože BMI je schopen postihnout pouze poměr hmotnosti k výšce, u fyzicky aktivních osob s vysokým podílem svaloviny je v podstatě bezcenný“ (Grasgruber & Cacek, 2008, 176).

Schutz, Kyle a Pichard (2002) uvádí, že posoudit zdravotní stav podle hodnot BMI je nedostačující. Tento index nerozliší množství tukuprosté hmoty (FFM) a tělesného tuku (BFM). K objektivnějšímu hodnocení zdravotního rizika je výhodnější použít fat mass index (BFMI) a fat-free mass index (FFMI).

$$\text{BMI} = \text{BFMI} + \text{FFMI}$$

$$\text{BFMI} = \text{tělesný tuk (kg)} / \text{tělesná výška}^2$$

$$\text{FFMI} = \text{tukuprostá hmota (kg)} / \text{tělesná výška}^2$$

### **2.7.5.3 Biofyzikální a biochemické metody**

Podle Riegerové a Ulbrichové (1998) sem patří:

#### **Radiografie**

Tato metoda je považována za nejpřesnější, umožňuje i proměření průřezu svalstva a kostí v místě snímkování. Využití je ale omezeno především z důvodu nežádoucího rentgenového záření. Nejmodernější možnost nabízí počítačová tomografie (CT), vysoká cena a obtížná dostupnost zatím znemožňuje širší využití.

#### **Ultrazvuk**

Komerčně vyráběné ultrazvukové přístroje využívají přeměny elektrické energie ve vysokofrekvenční ultrazvukovou energii. Jednotlivé tkáně lidského organismu mají různé akustické vlastnosti, které se projeví záznamem na osciloskopu. Ukázalo se, že tato metoda ve srovnání s kaliperováním je nepřesná.

#### **Infračervená interakce**

Tato metoda zjišťuje složení těla pomocí iradiace tkáně paprskem blízkým infračervenému záření. K měření se používá spektrofotometr. Touto metodou se dosahují shodné výsledky jako u hydrometrie.

#### **Magnetická rezonance**

Tato metoda je založena na principu magnetického pole. Přístroj vysílá silné magnetické pole, které ovlivňují pohyb všudypřítomných vodíkových iontů. Vysoká cena zařízení neslibuje širší využití. Dosažené výsledky jsou velmi slibné (Riegerová et al., 2006).

#### **Denzitometrie**

Metoda vycházející z dvoukomponentového modelu lidského těla – tuku a tukuprosté hmoty, kdy obě složky mají odlišnou denzitu (Riegerová & Ulbrichová, 1998).

Podle Riegerové a Ulbrichové (1998, 26) „její princip vychází ze tří základních předpokladů:

1. separátní denzity obou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců;
2. úroveň hydratace ATH je relativně konstantní;
3. poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je rovněž konstantní veličinou“.

Variabilita v denzitě FFM je způsobena rozdíly v její hydrataci, což může vést k chybě v odhadu tuku asi 2,7 % a u variability poměru minerálů a proteinů může být chyba kolem 2,1 %. Hlavní nedostatek denzitometrie vychází z přepočtu tělesné denzity na podíl tukové tkáně. Celková chyba denzitometrie při odhadu podílu tuku se odhaduje mezi 3–4 %. Přes všechny nedostatky se považuje za tzv. „zlatý standard“ pro hodnocení validity ostatních metod. Denzitometrie vychází ze vztahu  $\text{hmotnost} = \text{denzita} \times \text{objem}$ , přičemž objem je zjišťován různými způsoby, nejčastěji za využití principu Archimédova zákona. Tato metoda je poměrně finančně nenáročná a může se kdykoliv opakovat. Pro měření nelze zařadit nemocné a jedince s odlišným vodním metabolismem (Riegerová et al., 2006).

### **Hydrostatické vážení**

„Objem těla je zjišťován z rozdílu hmotnosti těla změřené ‚na suchu‘ a pod vodou, s korekcí na denzitu a teplotu vody v okamžiku vážení. Vážení pod vodou se provádí na tzv. hydrostatické váze“ (Riegerová & Ulbrichová, 1998, 26).

### **Hydrometrie**

Poznatek, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně fixní frakci tukuprosté hmoty, se stal základem pro stanovení tělesného složení z tzv. celkové tělesné vody (total body water – TBW). Výpočet FFM (tukuprosté hmoty) z celkového objemu vody vychází z předpokladu stavu normální hydratace (73 %). Množství tuku je pak vypočítáváno jako rozdíl hmotnosti a FFM (Riegerová et al., 2006, 36).

### **DEXA (duální rentgenová absorpciometrie)**

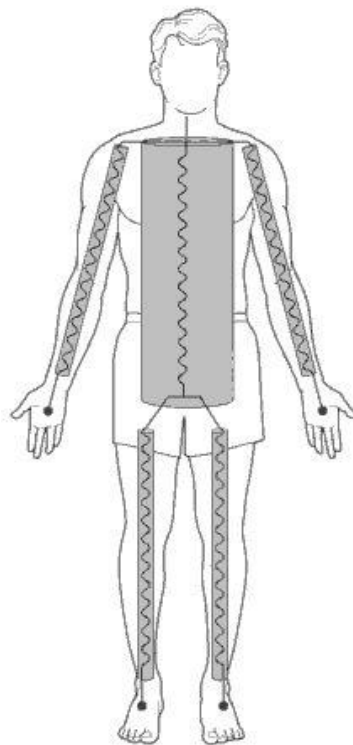
Tato metoda odhadu složení těla vychází z principu průchodu dvou rentgenových paprsků organismem, kdy dokáže rozlišit kostní minerály od měkkých tkání. Jedná se o čtyřkomponentový model – kostní minerály, proteiny, voda a tuk.

Metoda patří k nejnovější technologii, kterou získáme celkové složení těla i skladbu jednotlivých segmentů. Délka měření trvá 5 až 20 minut podle typu přístroje, provádí se v leže. Nevýhodou je riziko spojené s rtg zářením a vysoká cena (Riegerová et al., 2006).

### **Bioelektrická impedance (BIA)**

BIA je rychlou, neinvazivní a relativně levnou metodou pro hodnocení tělesného složení zdravých jedinců, ale i pacientů nemocných. V roce 1962 Thomasett ustanovil první základní principy BIA. Další měření tělesného složení pomocí BIA provedl v roce 1969 Hoffer (Heyward & Wagner, 2004).

Riegerová a Ulbrichová (1998, 27) uvádí: „Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. ATH, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor. Aplikací konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolává impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu“.



**Obrázek 6.** Tělo rozdělené na jednotlivé segmenty (Heyward & Wagner, 2004)

Základní proměnnou, kterou BIA měří, je celková voda (TBW). Tukuprostá hmota (FFM je dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určována na základě následující rovnice:

$$\text{FFM} = \text{TBW} \cdot 0,732^{-1}$$

Hodnota 0,732 (73,2 %), představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých. U dětí nacházíme vyšší hydrataci tukuprosté hmoty. Podíl objemu extracelulární vody (ECW) na celkové tělesné vodě s věkem klesá, intracelulární voda (ICW) naopak nabývá na objemu (Riegerová et al., 2006, 38).

Metody BIA lze rozdělit na monofrekvenční a multifrekvenční.

#### **Monofrekvenční BIA (single frequency BIA = SF-BIA)**

SF-BIA používá při analýze tělesného složení obvykle frekvenci 50 kHz. Při této technologii lze odhadnout množství tukuprosté hmoty (FFM) a celkové tělesné vody (TBW). Nelze však určit intracelulární tekutiny (ICW), protože nízká frekvence neumožňuje plně proniknout buněčnou membránou. Monofrekvenční BIA může být využita pouze při hodnocení tělesného složení u zdravé populace. U jedinců se změněnou hydratací a osob obézních mohou být výsledky odhadu chybné (Kyle et al., 2004).

#### **Multifrekvenční BIA (multi-frequency BIA = MF-BIA)**

MF-BIA používá různou frekvenci (0, 1, 5, 50, 100, 200 až 500 kHz) a může měřit hodnoty tukuprosté hmoty (FFM), celkové tělesné vody (TBW), extracelulárních tekutin (ECW) i intracelulárních tekutin (ICW). Při frekvencích pod 5 kHz a nad 200 kHz a zejména pro odpor při nízkých frekvencích byla zaznamenána špatná reprodukovatelnost výsledků (Kyle et al., 2004).

Podle Riegerové et al. (2006) je metoda bioelektrické impedance velice citlivá na stav hydratace organismu, což může být její výhodou, zároveň také nevýhodou. Výsledky měření může ovlivnit termoregulace, povrchová teplota kůže, předchozí fyzická zátěž anaerobního charakteru, nevhodný příjem potravy a tekutin.

U trénovaných osob s extrémními parametry tělesného složení mohou regresní rovnice vypočítat chybné hodnoty.

Získání objektivních hodnot a přesných výsledků je dáno dodržováním konkrétních standardních podmínek:

- nejíst a nepít po dobu 4–5 hodin před testem,
- necvičit po dobu 12 hodin před testem,
- nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před testem,
- vyprázdnit močový měchýř před testem, organizmus opětovně zavodnit neslazenou tekutinou,
- přesné umístění (sic) elektrod (použitý typ elektrod) a běžná teplota místnosti (Riegerová et al., 2006, 40).

### 3 CÍLE A HYPOTÉZY

#### 3.1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je analyzovat rozdíly v tělesném složení u extraligových hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let prostřednictvím monofrekvenční bioelektrické impedanční analýzy (Tanita BC-418 MA).

#### 3.2 DÍLČÍ CÍLE

1. Na základě jednofaktorové analýzy variance posoudit rozdíly v zastoupení tělesného tuku mezi sledovanými věkovými kategoriemi.
2. Analyzovat rozdíly v celkovém množství tukuprosté hmoty mezi jednotlivými věkovými skupinami prostřednictvím jednofaktorové analýzy variance.
3. Provedení segmentální analýzy tělesného složení a sledování distribuce tukové a tukuprosté frakce u jednotlivých věkových souborů.

#### 3.3 HYPOTÉZY

**H1<sub>0</sub>:** Mezi sledovanými věkovými skupinami neexistují rozdíly v procentuálním zastoupení tělesného tuku.

**H1<sub>a</sub>:** U sledovaných věkových skupin existují rozdíly v procentuálním zastoupení tělesného tuku.

**Nezávisle proměnná:** věk probandů

**Závisle proměnná:** procentuální zastoupení tělesného tuku

**H2<sub>0</sub>:** Mezi zkoumanými věkovými skupinami se nevyskytují rozdíly v absolutním množství tukuprosté hmoty.

**H2<sub>a</sub>:** U zkoumaných věkových skupin se vyskytují rozdíly v absolutním množství tukuprosté hmoty

**Nezávisle proměnná:** věk probandů

**Závisle proměnná:** absolutní množství tukuprosté hmoty



## 4 METODIKA VÝZKUMU

### 4.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU

Šetření se zúčastnilo celkem 104 extraligových hráčů ledního hokeje z oddílu Opavy a Havířova. Průměrný věk hokejistů byl 16,30 let. U chlapců byla změřena průměrná výška postavy 178,38 cm a průměrná tělesná hmotnost 72,38 kg. Vzhledem k posouzení s věkem souvisejících změn ve sledovaných tělesných parametrech byl sledovaný soubor rozdělen na dílčí subsoubory. Četnost probandů v jednotlivých věkových kategoriích uvádíme v tabulce 5. Antropometrická měření proběhala v měsíci květnu 2007. Ze studie byli předem vyloučeni hokejoví brankáři. Jednalo se o terénní výzkum. Pro zjištění tělesného složení hokejistů byla použita metoda BIA.

**Tabulka 5.** Četnost souboru hokejistů podle věkových kategorií

<b>Věk</b> (v letech)	<b>Počet</b> (n)
15	32
16	34
17	16
18	22
<b>Celkem</b> (n)	104

### 4.2 ZÁKLADNÍ ANTROPOMETRICKÉ PARAMETRY

Měření základních antropometrických charakteristik vycházelo ze standardního postupu dle Riegerové et al. (2006).

#### **Tělesná výška**

Tělesná výška je vertikální vzdálenost vertexu (v) měřeno od podložky. Patu antropometru umístíme před špičkami chodidel měřeného a jehlu antropometru lehce umístíme na temeno jeho hlavy. Proband stojí opřený lopatkami, hýžděmi a patami o stěnu, špičky nohou jsou u sebe. Hlava je v rovnovážné poloze, která je určená

horními okraji obou zvukovodů a dolním okrajem očnice. Tato rovina má být vodorovná, měřený se dívá před sebe, nenaklání se a nesmí se pohybovat. Antropometr musí být kolmo k zemi. Při stanovení výšky těla je přípustná chyba  $\pm 1$  cm. Použili jsme posuvné antropometrické měřidlo P-226 (Trystom, Česká republika).

### **Hmotnost těla**

Tělesná hmotnost byla měřena přístrojem Tanita BC 418 MA s přesností na 0,1 kg. Vážení proběhlo ve spodním prádle probandů.

### **4.3 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ**

Pro stanovení tělesného složení byla zvolena metoda bioelektrické impedanční analýzy. K měření byl použit přístroj Tanita BC 418 MA s nastaveným sportovním módem (*athletic*).



**Obrázek 7.** Přístroj Tanita BC 418 MA (upraveno dle <http://www.tanita.co.uk>)

### **Tanita BC 418 MA**

Přístroj Tanita BC 418 MA měří celkovou tělesnou hmotnost, vypočítá procento tělesného tuku, hmotnost tělesného tuku, množství tukuprosté hmoty, predikci svalové hmoty, celkovou tělesnou vodu a BMI. Toto zařízení je monofrekvenční (50 kHz). Přímou segmentální analýzu BIA zprostředkovává osm polárních elektrod. Elektrický proud protéká do těla přes špičky prstů u obou dolních končetin a prstů obou horních končetin. Poskytuje tak analýzu tělesného složení pro pravou a levou dolní končetinu, pravou a levou horní končetinu a trup. Pro spolehlivější určení tělesného složení nabízí přístroj dva módy (standard, athletic). Při měření by proband neměl mít na těle žádné kovové předměty. Tanita BC 418 MA splňuje přísné MDD a NAWI evropská nařízení týkající se vážících mechanismů (<http://www.tanita.co.uk>).

## **4.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT**

Data získaná prostřednictvím antropometrického šetření byla následně zpracována adekvátními statistickými postupy. Pro výpočet aritmetického průměru a směrodatné odchylky byl použit program Statistica 9 CZ, který také umožnil analyzovat rozdíly mezi věkovými skupinami. Pro ověření statistických hypotéz byla použita jednofaktorová analýza variance (ANOVA) na 95% hladině významnosti. Pro určení významnosti rozdílů mezi sledovanými věkovými kategoriemi bylo využito Fischerova LSD post-hoc testu.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 HODNOCENÍ TĚLESNÉ VÝŠKY, TĚLESNÉ HMOTNOSTI A BMI

Průměrné hodnoty tělesné výšky, tělesné hmotnosti a BMI u sledovaných věkových kategorií extraligových hokejistů a statistická analýza rozdílů je uvedena v tabulce 6.

**Tabulka 6.** Průměrné hodnoty vybraných antropometrických parametrů a BMI hokejistů ve věku 15–18 let

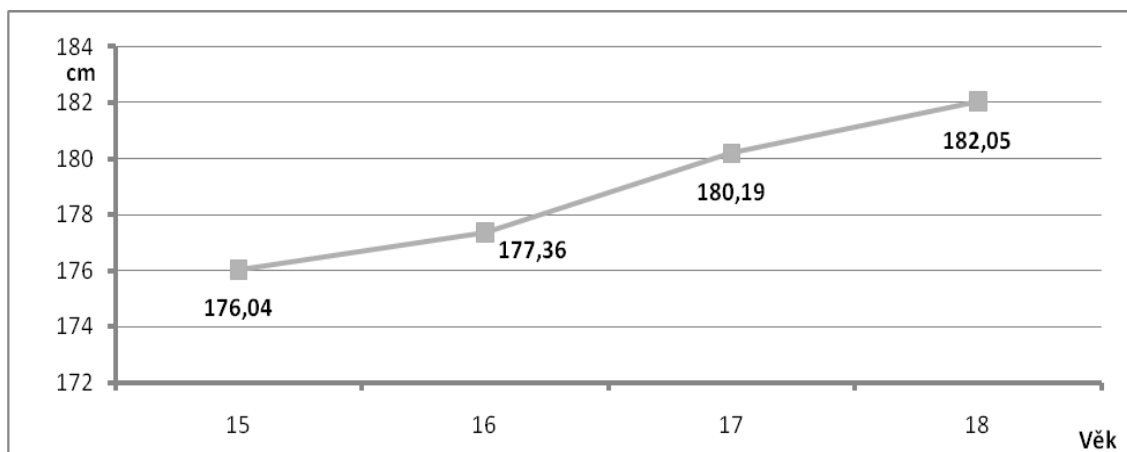
Parametr	15,0 – 15,9 let n=32		16,0 – 16,9 let n=34		17,0 – 17,9 let n=16		18,0 – 18,9 let n=22		F	p
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
<b>Tělesná výška (cm)</b>	176,04	6,04	177,36	6,45	180,19	5,45	182,05	6,13	5,01	0,003*
<b>Tělesná hmotnost (kg)</b>	66,17	6,83	71,86	8,21	75,57	5,78	79,91	9,15	14,95	0,001*
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,33	1,64	22,79	1,65	23,30	2,01	24,05	1,56	12,53	0,001*

*Vysvětlivky:* F – ANOVA

Statisticky významné hodnoty \*  $p < 0,05$ .

#### **Tělesná výška**

Průměrná tělesná výška sledovaného souboru bez rozlišení věkových kategorií byla 178,38 cm. Nejvyšší maximální hodnota byla naměřená (200,0 cm) v subsouboru 18letých, nejnižší pak (163,0 cm) u 15letých chlapců. Maximální rozdíl v rámci jedné věkové skupiny jsme zaznamenali u 18letých – 28 cm (min – 172 cm, max – 200 cm). Nejvyšší nárůst průměrné tělesné výšky o 2,83 cm byl zaznamenán mezi 16. a 17. rokem (Obrázek 8).



**Obrázek 8.** Průměrná tělesná výška extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (cm)

V případě tělesné výšky existuje mezi sledovanými věkovými skupinami statisticky významný rozdíl ( $F=5,01$ ;  $p=0,003$ ). Na základě LSD post-hoc testu nebyl nalezen signifikantní rozdíl u žádné z porovnaných věkových skupin 15 a 16 let, 16 a 17 let, 17 a 18 let na hladině  $p<0,05$  (Tabulka 7).

**Tabulka 7.** Mnohonásobné porovnání tělesné výšky u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

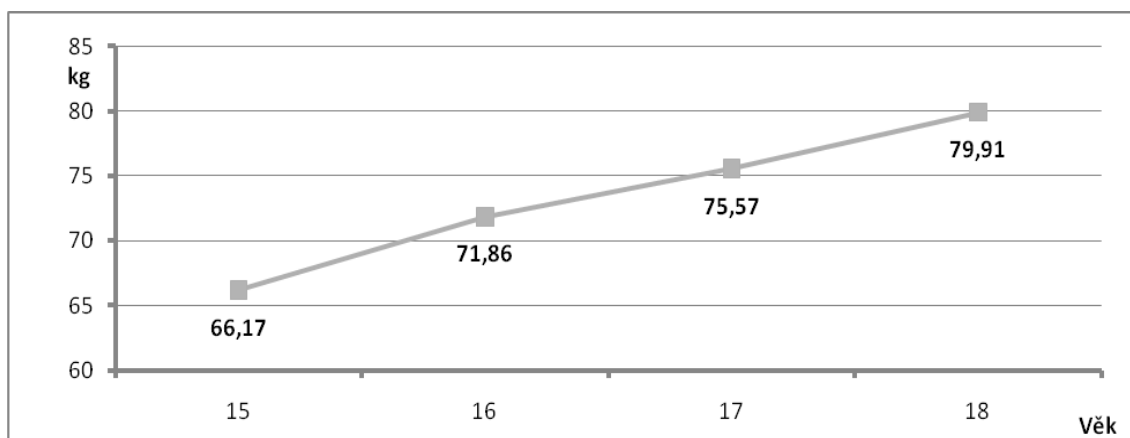
Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,382	0,029*	0,001*
16 let	0,382		0,129	0,006*
17 let	0,029*	0,129		0,357
18 let	0,001*	0,006*	0,357	

*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p<0,05$ .

### Tělesná hmotnost

Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti narůstaly u sledovaného souboru kontinuálně s věkem, přičemž maximální hodnota tohoto tělesného parametru byla zjištěna u nejstarší věkové kategorie (79,91 kg). Průměrný nárůst tělesné hmotnosti byl 4,58 kg za jeden rok. Celková průměrná tělesná hmotnost všech změřených hokejistů ( $n=104$ ) byla 72,38 kg. Největší hmotnostní rozdíl 47,0 kg byl mezi 18letými hráči

(min – 65,7 kg, max – 112,7 kg). Mezi věkovými skupinami 15 a 16 let byl nalezen maximální nárůst tělesné hmotnosti o 5,69 kg (Obrázek 9).



**Obrázek 9.** Průměrná tělesná hmotnost extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (kg)

Na základě statistické analýzy jsme z pohledu tělesné hmotnosti u jednotlivých věkových skupin zaznamenali statisticky významný rozdíl ( $F=14,95$ ;  $p=0,001$ ). Z výsledků mnohonásobného porovnání za použití post-hoc testu jsme našli signifikantní rozdíl ( $p=0,003$ ) pouze mezi hráči 15 a 16 let (Tabulka 8).

**Tabulka 8.** Mnohonásobné porovnání tělesné hmotností u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

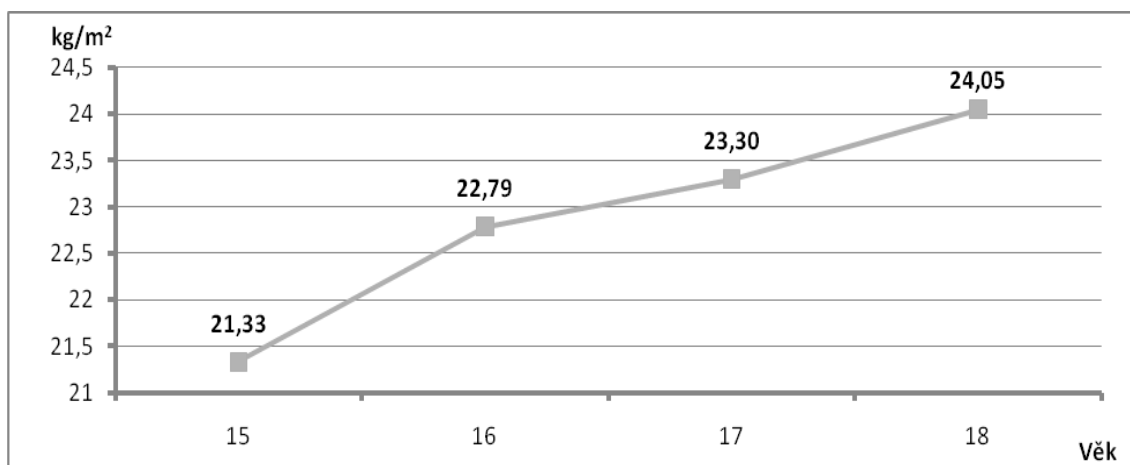
Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,003*	0,001*	0,001*
16 let	0,003*		0,115	0,001*
17 let	0,001*	0,115		0,089
18 let	0,001*	0,001*	0,089	

*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p<0,05$ .

## BMI

Průměrná hodnota BMI se u našeho sledovaného souboru rovnala  $22,68 \text{ kg/m}^2$ . Nejvyšší hodnota byla naměřena  $28,4 \text{ kg/m}^2$  u 18letého hokejisty, nejnižší údaj  $18,4 \text{ kg/m}^2$  patřil 15letému hráči. Maximální rozdíl jsme zjistili u věkové skupiny 15 let,  $7,9 \text{ kg/m}^2$  (min –  $18,4 \text{ kg/m}^2$ , max –  $26,3 \text{ kg/m}^2$ ).

Obrázek 10 zobrazuje průměrné hodnoty BMI sledovaných 15letých až 18letých hokejistů.



**Obrázek 10.** Průměrné hodnoty BMI u extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (kg/m<sup>2</sup>)

Statistická analýza rozdílů v BMI naznačila mezi jednotlivými věkovými kategoriemi statisticky významný rozdíl ( $F=12,53$ ;  $p=0,001$ ). Na základě LSD post-hoc testu byl nalezen signifikantní rozdíl ( $p=0,001$ ) mezi 15letými a 16letými hokejisty (Tabulka 9).

**Tabulka 9.** Mnohonásobné porovnání BMI u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,001*	0,001*	0,001*
16 let	0,001*		0,321	0,007*
17 let	0,001*	0,321		0,178
18 let	0,001*	0,007*	0,178	

*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p<0,05$ .

## 5.2 HODNOCENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

**Tabulka 10.** Průměrné hodnoty tělesného tuku, tukuprosté hmoty a celkové tělesné vody hokejistů ve věku 15–18 let

Parametr	15,0 – 15,9 let n=32		16,0 – 16,9 let n=34		17,0 – 17,9 let n=16		18,0 – 18,9 let n=22		F	p
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
<b>Tuk (%)</b>	14,61	0,02	15,01	0,02	8,51	0,04	10,37	0,03	32,56	0,001*
<b>Tuková hmotá (kg)</b>	9,75	2,36	10,86	2,46	6,56	3,29	8,44	2,94	10,52	0,001*
<b>FFM (kg)</b>	56,42	5,17	61,0	6,19	69,01	4,23	71,49	6,91	36,48	0,001*
<b>TBW (kg)</b>	41,31	3,78	44,64	4,53	50,50	3,10	52,34	5,06	36,41	0,001*

*Vysvětlivky:* FFM – tukuprostá hmotá, TBW – celková tělesná voda, F – ANOVA  
 Statisticky významné hodnoty \*  $p < 0,05$ .

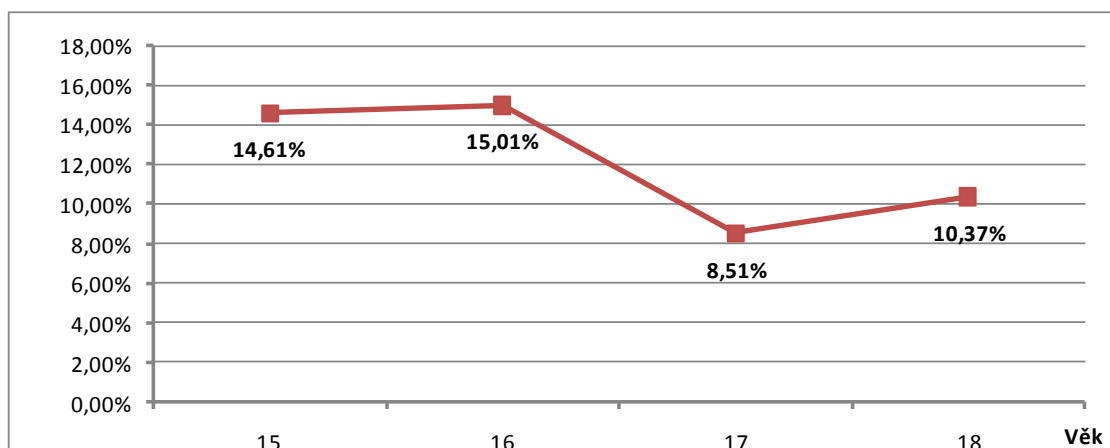
Tabulka 10 popisuje průměrné absolutní hodnoty tukové hmoty, tukuprosté hmoty (FFM), celkové tělesné vody (TBW) a průměrné hodnoty procentuálního zastoupení tělesného tuku u sledovaného souboru hokejistů.

### Tělesný tuk

Průměrné množství tělesného tuku u hokejistů bez rozlišení věkových kategorií bylo 9,35 kg, to odpovídá 12,9 % tělesné hmotnosti. Podle klasifikace tělesného tuku (%) jak uvádí Heyward a Wagner (2004) patří sledovaní chlapci do středního pásma, které je vymezeno v intervalu od 11 % do 25 %. Nejvyšší hmotnostní podíl tělesného tuku 17,2 kg patřil 18letému hráči (15,3 % z celkové tělesné hmotnosti). Maximální procento tuku 21,3 % bylo naměřeno 15letému probandovi (14,6 kg tuku). Minimální hodnota tělesného tuku 2,1 kg a zároveň nejmenší podíl 3,2 % tuku byly zjištěny hokejistovi ze souboru 17letých.

Obrázek 11 zobrazuje průměrné procentuální množství tělesného tuku sledovaných hokejistů ve věkových kategoriích 15, 16, 17 a 18 let.





**Obrázek 11.** Podíl tělesného tuku u extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (%)

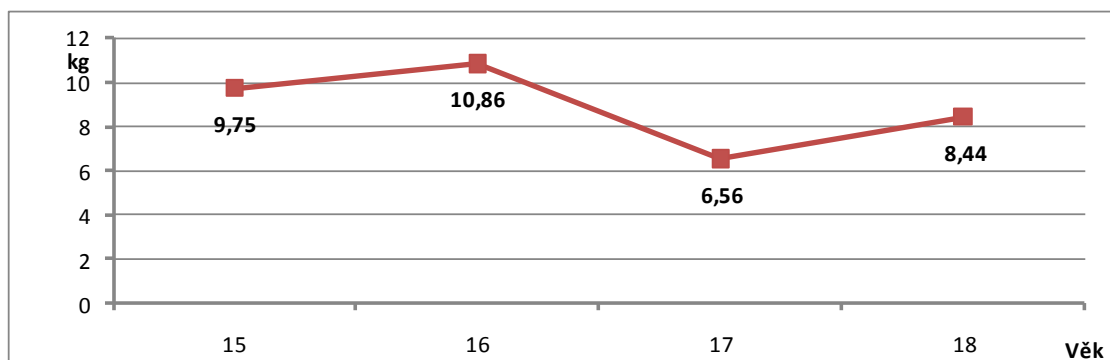
Na základě jednofaktorové analýzy variance bylo zjištěno, že v případě procentuálního množství tělesného tuku existuje mezi sledovanými skupinami statisticky významný rozdíl ( $F=32,56$ ;  $p=0,001$ ). S věkem související změny procentuálního zastoupení tělesného tuku vykazovaly kolísavou tendenci, přičemž statisticky významný pokles této tělesné složky byl sledován mezi 16letými a 17letými chlapci ( $p=0,001$ ; LSD post-hoc). Mezi 17letými a 18letými hráči byl sledován signifikantní vzestup tělesného tuku o 1,86 % ( $p=0,036$ ; LSD post-hoc) (Tabulka 11).

**Tabulka 11.** Mnohonásobné porovnání podílu tělesného tuku u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,538	0,001*	0,001*
16 let	0,538		0,001*	0,001*
17 let	0,001*	0,001*		0,036*
18 let	0,001*	0,001*	0,036*	

*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p<0,05$ .

Průměrné množství tělesného tuku sledovaných hokejistů vyjádřené v absolutních hodnotách zachycuje obrázek 12.



**Obrázek 12.** Množství tělesného tuku u extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (kg)

**Tabulka 12.** Mnohonásobné porovnání absolutního zastoupení tělesného tuku u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

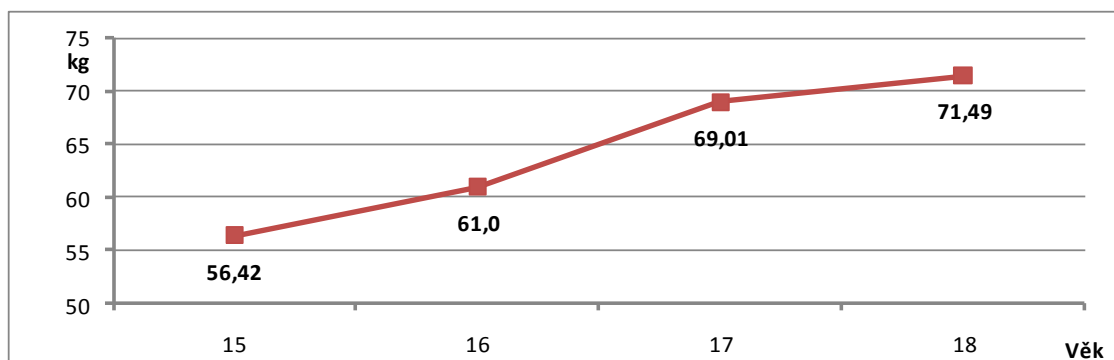
Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,094	0,001*	0,079
16 let	0,094		0,001*	0,001*
17 let	0,001*	0,001*		0,035*
18 let	0,079	0,001*	0,035*	

*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p < 0,05$ .

Statistická analýza tukové frakce vykazala mezi jednotlivými věkovými kategoriemi signifikantní rozdíl ( $F=10,52$ ;  $p=0,001$ ). Na základě LSD post-hoc testu byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi hráči 16 a 17 let ( $p=0,001$ ), 17 a 18 let ( $p=0,035$ ) (Tabulka 12).

### Tukuprostá hmota

Průměrná hodnota FFM se u našeho sledovaného souboru hokejistů rovnala 63,04 kg. Meziroční přírůstky této tělesné složky činily v průměru 2,48 kg za jeden rok. Nejvyšší množství FFM bylo naměřeno 95,5 kg u 18letého hráče, nejnižší údaj 46,9 kg jsme zaznamenali v kategorii 15letých. Maximální nárůst tukuprosté hmoty o 8,01 kg jsme zjistili mezi 16. a 17. rokem (Obrázek 13).



**Obrázek 13.** Absolutní množství FFM u extraligových hokejistů ve věku 15–18 let (kg)

**Tabulka 13.** Mnohonásobné porovnání FFM u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,002*	0,001*	0,001*
16 let	0,002*		0,001*	0,001*
17 let	0,001*	0,001*		0,196
18 let	0,001*	0,001*	0,196	

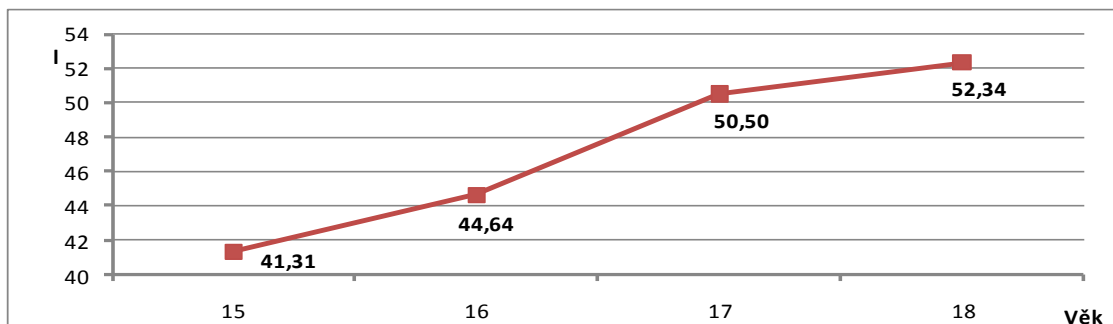
*Vysvětlivky:* statisticky významné hodnoty \*  $p < 0,05$ .

Výsledky statistické analýzy prokázaly, že v případě FFM existuje mezi věkovými skupinami signifikantní rozdíl ( $F=36,48$ ;  $p=0,001$ ). Statisticky významný vzestup tukuprosté hmoty jsme zaznamenali mezi hokejisty ve věku 16 a 17 let ( $p=0,001$ ; LSD post-hoc). Mezi 15letými a 16letými hráči byl sledován signifikantní nárůst této tělesné frakce o 4,58 kg ( $p=0,002$ ; LSD post-hoc) (Tabulka 13).

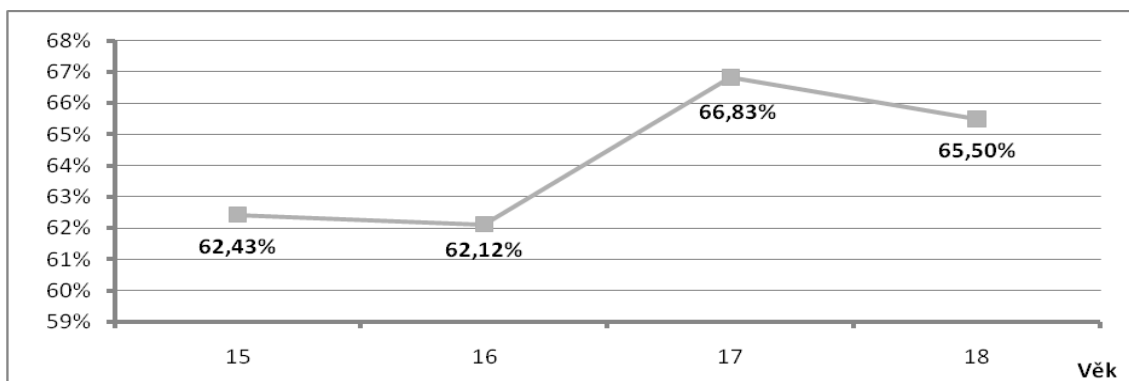
### **Celková tělesná voda**

Celková tělesná voda dosahovala průměrné hodnoty 46,15 l pro všechny změřené hokejisty, což odpovídá 63,76 % z jejich celkové průměrné tělesné hmotnosti. Maximální průměrné procentuální zastoupení TBW (66,83 %) jsme zjistili u 17letých hráčů, minimální procentuální množství TBW (62,12 %) jsme naměřili ve věkové kategorii 16 let (Obrázek 15). Nejvyšší přírůstek celkové tělesné vody o 5,86 l jsme zaznamenali mezi věkovými skupinami 16 a 17 let. Obrázek 14 znázorňuje průměrné

objemy celkové tělesné vody pozorovaných hokejistů a obrázek 15 procentuální rozdíl této tělesné tekutiny s ohledem na jednotlivé věkové skupiny.



**Obrázek 14.** Průměrná celková tělesná voda u hokejistů ve věku 15–18 let (l)



**Obrázek 15.** Průměrná celková tělesná voda u hokejistů ve věku 15–18 let (%)

Na základě statistické analýzy jsme z pohledu celkové tělesné vody u pozorovaných věkových skupin zjistili signifikantní rozdíl ( $F=36,41$ ;  $p=0,001$ ). Rozdíly v absolutních hodnotách TBW zjištěné mezi hráči ve věku 15 a 16 let ( $p=0,002$ ) a 16 a 17 let ( $p=0,001$ ) jsou statisticky významné (Tabulka 14).

**Tabulka 14.** Mnohonásobné porovnání TBW u jednotlivých věkových skupin (LSD post-hoc test)

Věk	15 let	16 let	17 let	18 let
15 let		0,002*	0,001*	0,001*
16 let	0,002*		0,001*	0,001*
17 let	0,001*	0,001*		0,191
18 let	0,001*	0,001*	0,191	

Vysvětlivky: statisticky významné hodnoty \*  $p<0,05$ .

### 5.3 SEGMENTÁLNÍ ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

**Tabulka 15.** Analýza rozdílů v zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty ve sledovaných tělesných segmentech u hokejistů ve věku 15–18 let

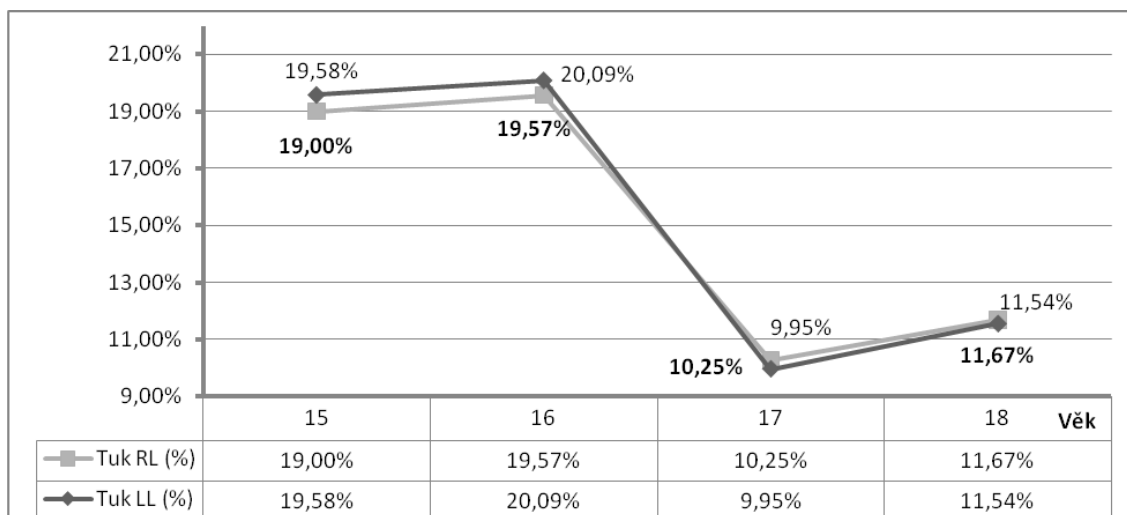
Parametr	15,0 – 15,9 let n=32		16,0 – 16,9 let n=34		17,0 – 17,9 let n=16		18,0 – 18,9 let n=22		F	p
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s		
<b>Tuk RL (kg)</b>	2,40	0,50	2,65	0,65	1,36	0,41	1,63	0,45	30,99	0,001*
<b>FFM RL (kg)</b>	10,16	1,12	10,78	1,28	11,65	0,76	12,06	1,16	14,22	0,001*
<b>Tuk LL (kg)</b>	2,41	0,51	2,65	0,62	1,32	0,48	1,63	0,48	32,04	0,001*
<b>FFM LL (kg)</b>	9,81	1,07	10,41	1,25	11,69	0,72	12,10	1,18	23,27	0,001*
<b>Tuk RA (kg)</b>	0,68	0,13	0,69	0,13	0,32	0,16	0,44	0,16	38,99	0,001*
<b>FFM RA (kg)</b>	2,89	0,33	3,14	0,38	4,60	0,45	4,72	0,59	120,74	0,001*
<b>Tuk LA (kg)</b>	0,76	0,15	0,79	0,14	0,31	0,19	0,40	0,17	58,25	0,001*
<b>FFM LA (kg)</b>	2,96	0,34	3,21	0,37	4,57	0,42	4,79	0,62	112,59	0,001*
<b>Tuk T (kg)</b>	3,51	1,19	4,10	1,03	3,28	2,18	4,41	1,89	2,63	0,054
<b>FFM T (kg)</b>	30,32	3,22	33,43	3,21	36,51	2,28	37,87	3,46	29,36	0,001*

*Vysvětlivky:* RL – pravá dolní končetina, LL – levá dolní končetina, RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina, T – trup, F – ANOVA

Statisticky významné hodnoty \*  $p < 0,05$ .

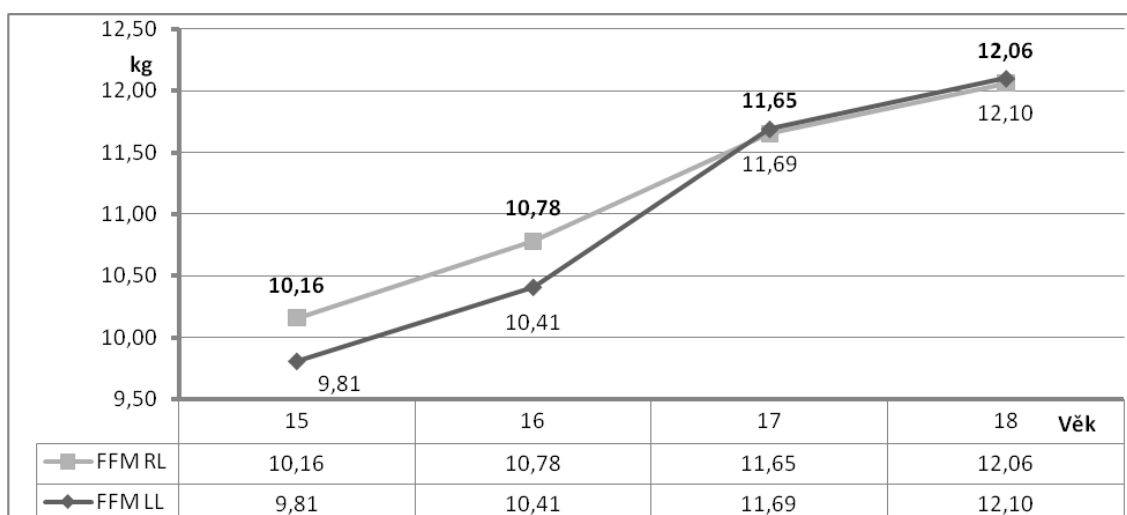
Tabulka 15 udává průměrné hodnoty tělesného tuku a tukuprosté hmoty rozdělené na jednotlivé segmenty u pozorovaného souboru ve stanovených věkových skupinách.

Obrázek 16 zobrazuje průměrné procentuální množství tukové frakce pravé a levé dolní končetiny hokejistů v jednotlivých věkových skupinách, absolutní hodnoty FFM pak ukazuje obrázek 17.



**Obrázek 16.** Porovnání tělesného tuku levé a pravé dolní končetiny u probandů ve věku 15–18 let (%)

*Vysvětlivky:* *RL* – pravá dolní končetina, *LL* – levá dolní končetina



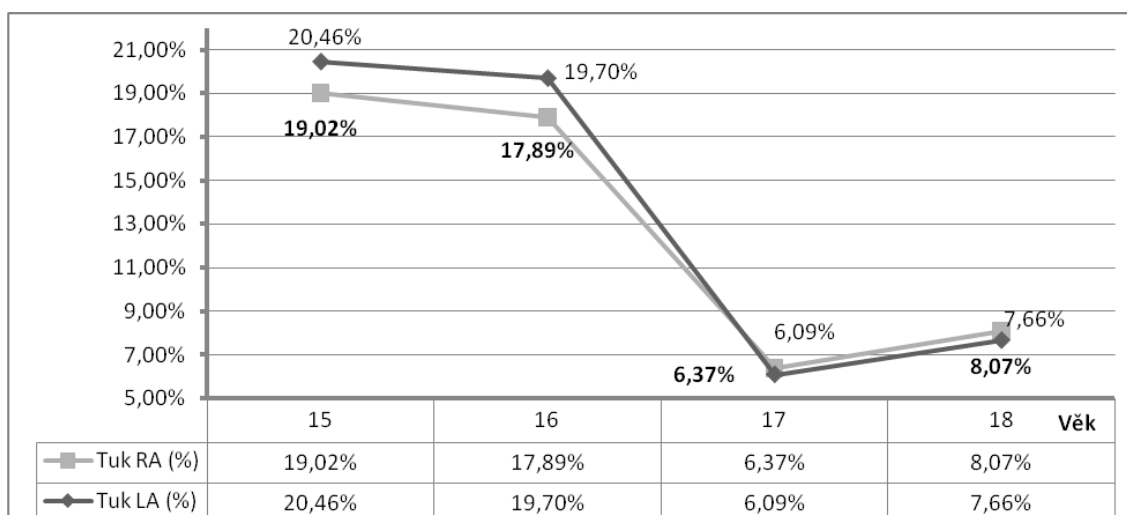
**Obrázek 17.** Průměrné hodnoty FFM levé a pravé dolní končetiny u probandů ve věku 15–18 let (kg)

*Vysvětlivky:* *RL* – pravá dolní končetina, *LL* – levá dolní končetina

Jednofaktorová analýza variance prokázala v případě tukové frakce dolních končetin statisticky významné rozdíly (*LL* – ( $F=93,11$ ;  $p=0,001$ )) a (*RL* – ( $F=78,68$ ;  $p=0,001$ )). Signifikantní pokles tělesného tuku dolních končetin byl sledován mezi 16letými a 17letými hokejisty, v případě pravé dolní končetiny ( $p=0,001$ ; LSD post-hoc), u levé dolní končetiny maximální rozdíl o 10,14 % ( $p=0,001$ ; LSD post-hoc).

Statistická analýza rozdílu ve FFM dolních končetin naznačila mezi jednotlivými věkovými kategoriemi signifikantní rozdíly (LL – ( $F=23,27$ ;  $p=0,001$ )) a (RL – ( $F=14,23$ ;  $p=0,001$ )). Největší nárůst tukuprosté hmoty levé dolní končetiny o 1,28 kg ( $p=0,001$ ; LSD post-hoc) byl zaznamenán mezi chlapci ve věku 16 a 17 let. Statistický významný přírůstek ( $p=0,029$ ; LSD post-hoc) jsme pozorovali i u 15letých a 16letých hráčů. V případě pravé dolní končetiny byl signifikantní rozdíl mezi 15letými a 16letými ( $p=0,030$ ; LSD post-hoc) a 16letými a 17letými hokejisty ( $p=0,013$ ; LSD post-hoc).

Srovnání průměrného procentuálního zastoupení tělesného tuku pravé a levé horní končetiny extraligových hráčů zachycuje obrázek 18.



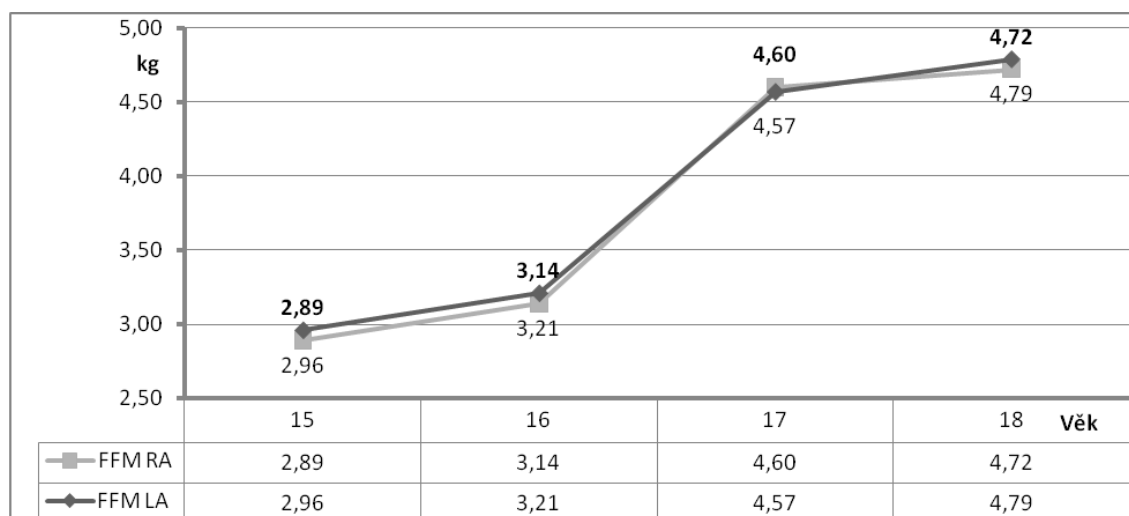
**Obrázek 18.** Porovnání tělesného tuku levé a pravé horní končetiny u probandů ve věku 15–18 let (%)

*Vysvětlivky:* RA – pravá horní končetina, LA – levá horní končetina

Nevyšší průměrná hodnota tukové frakce levé horní končetiny 20,46 % byla zjištěna u 15letých hráčů. Minimální průměrné množství tukové hmoty jsme zaznamenali v případě levé horní končetiny 6,09 % u hokejistů ve věku 17 let.

Výsledky statistické analýzy množství tělesného tuku horních končetin prokázaly, že mezi jednotlivými věkovými skupinami existují statisticky významné rozdíly (LA – ( $F=187,99$ ;  $p=0,001$ )) a (RA – ( $F=141,13$ ;  $p=0,001$ )). Na základě post-hoc testu byl nalezen signifikantní rozdíl ( $p=0,001$ ) pro pravou i levou horní končetinu mezi 16letými a 17letými chlapci.

Obrázek 19 znázorňuje absolutní průměrné hodnoty tukuprosté hmoty pravé a levé horní končetiny hráčů v jednotlivých věkových skupinách.



**Obrázek 19.** Průměrné hodnoty FFM pravé a levé horní končetiny u probandů ve věku 15–18 let (kg)

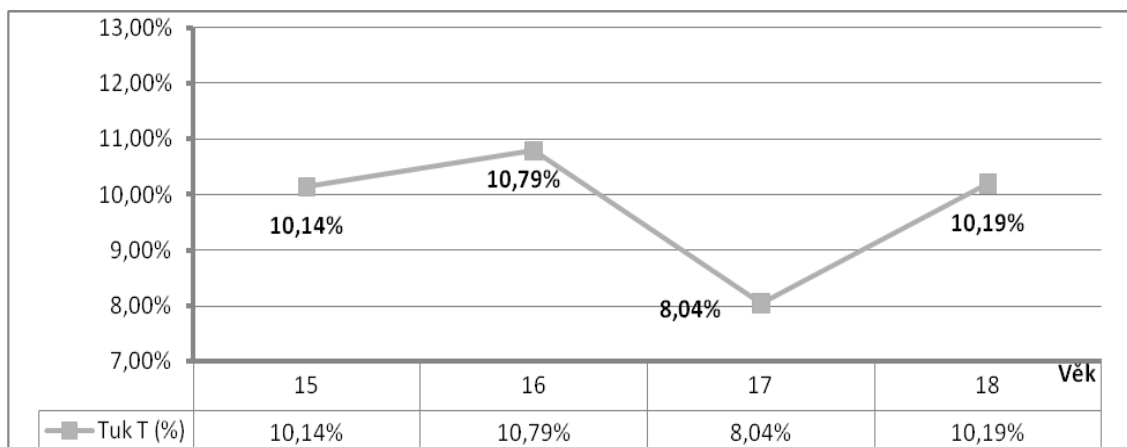
*Vysvětlivky:* *RL* – pravá horní končetina, *LL* – levá horní končetina

Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty obou horních končetin narůstaly u sledovaného souboru s rostoucím věkem. Maximální průměrné množství 4,79 kg jsme zjistili pro levou horní končetinu u nejstarší věkové kategorie. Minimální průměrná hodnota 2,89 kg byla zaznamenána v případě pravé horní končetiny u 15letých hokejistů.

Na základě statistické analýzy FFM byly u obou horních končetin nalezeny signifikantní rozdíly mezi sledovanými věkovými skupinami (LA – ( $F=112,59$ ;  $p=0,001$ )) a (RA – ( $F=120,74$ ;  $p=0,001$ )). Z výsledků mnohonásobného porovnání za použití post-hoc testu jsme našli signifikantní rozdíly mezi probandy 15 a 16 let ( $p=0,021$ ), 16 a 17 let ( $p=0,001$ ) pro pravou horní končetinu a mezi hráči 15 a 16 let ( $p=0,016$ ), 16 a 17 let ( $p=0,001$ ) pro levou horní končetinu.

Obrázek 20 zaznamenává průměrnou procentuální hladinu tělesného tuku na trupu u sledovaných sportovců ve stanovených věkových skupinách.





**Obrázek 20.** Porovnání tělesného tuku na trupu u probandů ve věku 15–18 let (%)

*Vysvětlivky:* T – trup

Průměrné množství tělesného tuku na trupu hokejistů bez rozlišení věkových kategorií bylo 3,86 kg, to odpovídá 10,04 % z celkové tělesné hmotnosti. Maximální hodnota procentuálního zastoupení tělesného tuku na trupu byla zjištěna u 16letých hokejistů, minimální pak u hráčů 17letých (Obrázek 20).

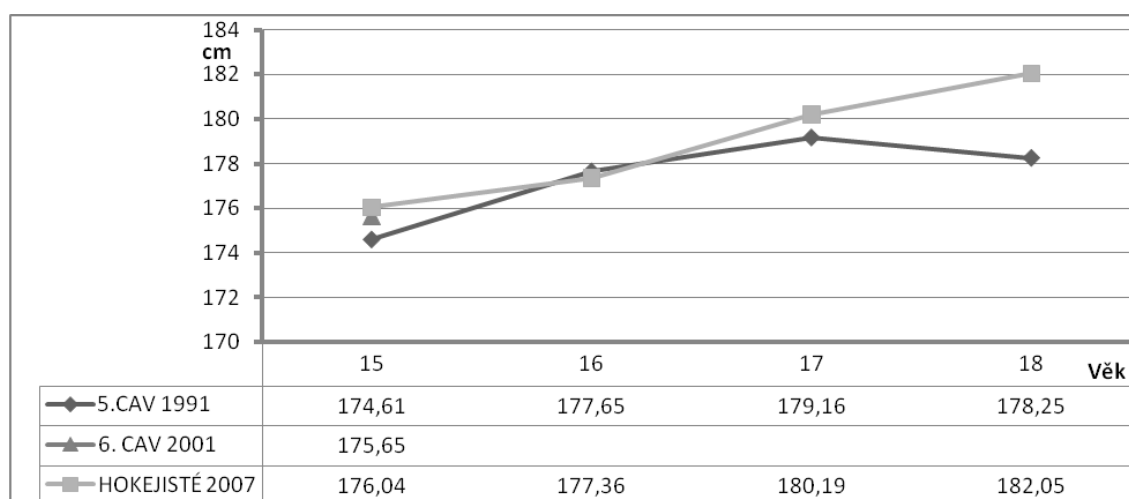
Statistická analýza procentuálního množství tukové frakce na trupu vykazala mezi jednotlivými věkovými kategoriemi signifikantní rozdíl ( $F=2,82$ ;  $p=0,043$ ). Na základě LSD post-hoc testu byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi hráči 16 a 17 let ( $p=0,005$ ), 17 a 18 let ( $p=0,040$ ).

## 6 DISKUSE

V diplomové práci jsme se zabývali hodnocením věkových změn v tělesné výšce, tělesné hmotnosti, BMI a ve vybraných parametrech tělesného složení u skupiny extraligových hokejistů ve věku 15–18 let.

Výsledky statistické analýzy nenaznačily signifikantní změny tělesné výšky mezi sledovanými věkovými skupinami. Pokud porovnáme tělesnou výšku extraligových hokejistů s referenčními hodnotami české populace uvedené ve výsledcích 5. celostátního antropologického výzkumu (CAV) (Lhotská et. al, 1993) a 6. CAV (Bláha et al., 2005) zjistíme, že průměrná tělesná výška pozorovaných 15letých a 17letých hokejistů je vyšší (Obrázek 21). Tyto rozdíly můžeme částečně přisoudit sekulárnímu trendu, neboť 5. CAV byl uskutečněn v roce 1991. Další faktor ovlivňující tento rozdíl se odvíjí od specifika námi sledované skupiny. Při výběru talentované mládeže v této sportovním odvětví se mimo jiné zohledňují somatické předpoklady (např. tělesná výška, délka končetin apod.).

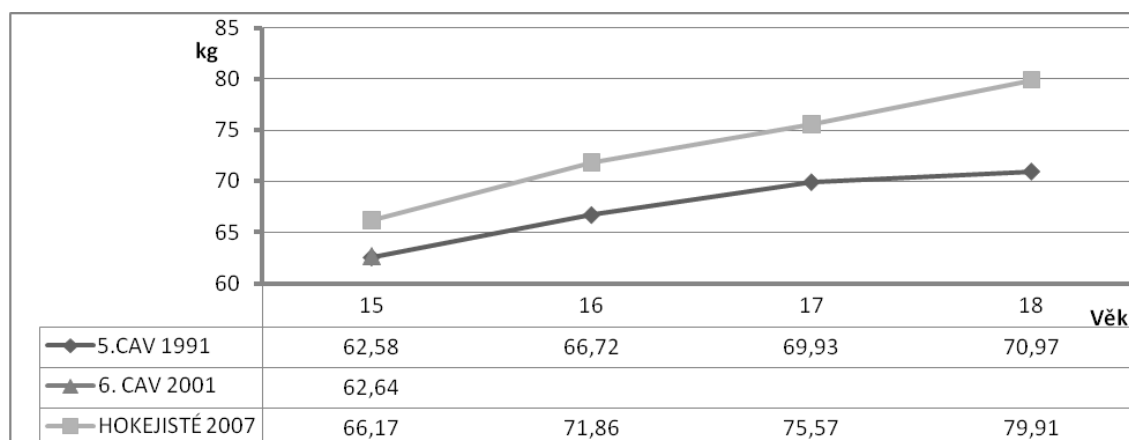
Maximální rozdíl výšky postavy byl zjištěn u 18letých chlapců, kdy sledovaní sportovci měřili v průměru o 3,8 cm více než populace z 5. CAV. Na tomto rozdílu se také může podílet skutečnost, že v této věkové kategorii byl vyšetřen oproti ostatním věkovým skupinám menší počet jedinců, převážně absolventi odborných učilišť. Proto tuto věkovou kategorii nelze považovat za reprezentativní (Lhotská et. al, 1993). Vývoj v jednotlivých věkových obdobích odpovídá normálnímu ontogenetickému trendu.



**Obrázek 21.** Porovnání tělesné výšky hokejistů a běžné populace podle 5. CAV 1991 a 6. CAV 2001 (cm)

*Vysvětlivky:* při 6. CAV 2001 byla sledována populace mladší 16 let.

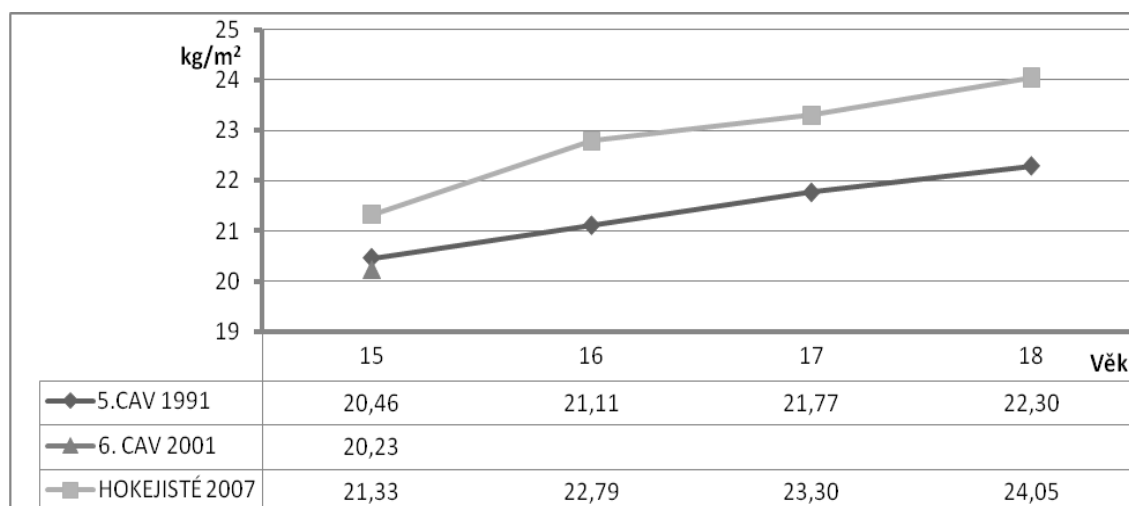
Obrázek 22 srovnává tělesnou hmotnost sledovaných hokejistů s tělesnou hmotností stejně starých chlapců z výzkumného souboru 5. CAV 1991 a 6. CAV 2001.



**Obrázek 22.** Porovnání tělesné hmotnosti hokejistů a běžné populace podle 5. CAV 1991 a 6. CAV 2001 (kg)

*Vysvětlivky:* při 6. CAV 2001 byla sledována populace mladší 16 let.

Hmotnostní rozdíl u 15letých představuje přibližně 3,5 kg a má stoupající tendenci (u 18letých téměř 9 kg). Průměrné hodnoty BMI hokejistů byly ve srovnání se stejně starými věkovými skupinami z běžné populace (5. CAV, 6. CAV) mírně vyšší (Obrázek 23). Hodnota rozdílu se pohybovala v rozmezí od 0,87 kg/m<sup>2</sup> (15letí) do 1,75 kg/m<sup>2</sup> (18letí) – porovnáno s 5. CAV.



**Obrázek 23.** Porovnání BMI hokejistů a běžné populace podle 5. CAV 1991 a 6. CAV 2001 (kg/m<sup>2</sup>)

*Vysvětlivky:* při 6. CAV 2001 byla sledována populace mladší 16 let.

Domníváme se, že rozdíl v tělesné hmotnosti mezi běžnou populací a sledovanými hráči lze přisoudit pravidelnému sportovnímu tréninku, kdy dochází k rozvoji svalstva. „Je zcela logické, že podstatně vyšších hodnot dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní...“ (Riegerová et al., 2006, 60).

Heller a Perič (1996) zjistili u stejně starých hokejistů reprezentačního výběru ČR následující hodnoty (Tabulka 16). Ve srovnání byli naši probandi 15letí o 0,76 cm a 18letí o 1,25 cm nižší, 17letí se téměř shodovali. U tělesné hmotnosti byli 15letí o 2,47 kg těžší, 17letí o 3,13 kg lehčí, 18letí o 4,79 kg lehčí. V případě BMI vykazovali naši sledovaní hokejisté z kategorie 15 let hodnotu vyšší (21,33 kg/m<sup>2</sup>). Naopak u 17letých byla hodnota o 1,0 kg/m<sup>2</sup> nižší podobně jako u 18letých o 1,15 kg/m<sup>2</sup>, než uvádějí Heller a Perič. Celkově nižší hodnoty tělesné hmotnosti a BMI 17letých a 18letých probandů pravděpodobně způsobuje nedostatečný rozvoj svalové frakce.

**Tabulka 16.** Porovnání průměrných hodnot vybraných antropometrických parametrů a BMI sledovaných hráčů se stejně starými hokejisty reprezentačního výběru ČR (Heller & Perič, 1996)

Parametr	Heller a Perič 1996			Hokejisté 2007		
Věk (roky)	15,2	17,1	18,9	15,0	17,0	18,0
Tělesná výška (cm)	176,80	180,20	183,30	176,04	180,19	182,05
Tělesná hmotnost (kg)	63,70	78,70	84,70	66,17	75,57	79,91
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20,30	24,30	25,20	21,33	23,30	24,05

Sikora (2010) změřil průměrnou výšku postavy 182,3 cm a tělesnou hmotnost 82,7 kg u extraligových juniorských hokejistů (průměrný věk 18,2 let) z družstva HC Olomouc. Udávané hodnoty tělesné výšky korespondují s výsledky našich stejně starých probandů a v případě tělesné hmotnosti byli hokejisté z Olomouce o 2,79 kg těžší.

U profesionálních 18letých hráčů NHL byla změřena průměrná tělesná výška 186,1 cm a tělesná hmotnost 87,5 kg (Vescovi, Murray, Fiala, & VanHeest, 2006). V porovnání s našimi stejně starými hokejisty jsme naměřili hodnoty podstatně nižší (tělesná výška 182,05 cm, tělesná hmotnost 79,91 kg). Grasgruber a Cacek (2008) uvádí

tělesnou výšku 184,7 cm a tělesnou hmotnost 90,3 kg u dospělých hokejistů New Jersey Devils (vítěz NHL 2002/2003). Robustnější typ postavy hokejistů NHL vychází z jejich typického pojetí hry, zaměřené na tvrdé osobní souboje a celkovou stabilitu na bruslích.

Průměrné množství tělesného tuku sledovaných hráčů bez rozlišení věku bylo 12,9 % z celkové tělesné hmotnosti. Podle Havlíčkové et al. (1993) se množství tukové frakce hokejistů pohybuje od 8 do 13 %. Grasgruber a Cacek (2008) uvádí hodnoty 10–12 %, Riegerová et al. (2006) 8–15 %. Sikora (2010) změřil hodnotu podkožního tuku 14,4 % u juniorských hráčů HC Olomouc. Šťastný, Fiala a Petr (2010b) zjistili množství tělesného tuku 7,4 % u nominovaných hokejistů (20–26 let) do výběru akademické reprezentace ČR. Vescovi et al. (2006) naměřili 9,5 % tělesného tuku u elitních 18letých hráčů NHL. Udávané hodnoty autorů se tedy od našeho průměrného výsledku výrazně neliší. Vyšší hodnoty procentuálního zastoupení tělesného tuku jsme zjistili u sledovaných 15letých (14,61 %) a 16letých (15,01 %) chlapců. Tyto výsledky tukové tkáně odpovídají střední hodnotě (11–25 %) udávané pro běžnou populaci (Heyward & Wagner, 2004). Výrazný pokles tukové frakce jsme zaznamenali u 17letých hokejistů.

Podle Riegerové et al. (2006) se množství tělesného tuku v průběhu ontogeneze mění. U chlapců sledujeme mírné zvýšení podkožního tuku na konci prepubertálního období, naopak během dospívání množství tělesného tuku klesá.

Výsledky jednofaktorové analýzy variance prokázaly, že v případě procentuálního absolutního množství tělesného tuku existuje mezi sledovanými skupinami statisticky významný rozdíl ( $F=32,56$ ;  $p=0,001$ ), proto zamítáme nulovou hypotézu  $H_{10}$  a potvrzujeme hypotézu alternativní ( $H_{1a}$ ).

Průměrná hodnota tukuprosté hmoty hokejistů byla 63,04 kg, což je 87,1 % z celkové tělesné hmotnosti. Statistická analýza v případě FFM vykazala mezi jednotlivými věkovými skupinami signifikantní rozdíl ( $F=36,48$ ;  $p=0,001$ ). Můžeme tedy se značnou spolehlivostí tvrdit, že nulová hypotéza  $H_{20}$  není pravdivá, a platí tak alternativní hypotéza  $H_{2a}$ . Při srovnání námi dosažených hodnot FFM s výsledky výzkumu Šťastný, Fiala a Petr (2010a), kteří sledovali skupinu účastníků akademického mistrovství světa v ledním hokeji, můžeme konstatovat, že jsou hodnoty FFM výrazně nižší. Tento rozdíl je však způsoben věkovými rozdíly, proto považujeme toto srovnání pouze za orientační.

Vzhledem ke skutečnosti, že v českém prostředí není problematika tělesného složení u extraligových hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let podrobně zpracována, vidíme hlavní přínos této diplomové práce v aktualizaci těchto poznatků v oblasti teorie. Mimo jiné byly výsledky poskytnuty trenérům, kteří je využili pro optimalizaci tréninkového procesu. Za hlavní limit práce především považujeme malou četnost v kategorii 17letých chlapců. V této věkové kategorii se vyskytoval větší počet jedinců s velmi nízkým zastoupením tělesného tuku, proto mohou být celkové výsledky mírně ovlivněny. Další omezení souvisí se zajištěním standardních podmínek vyšetření, které probíhalo v terénních podmínkách, proto si nemůžeme být zcela jistí, zda byly plně dodrženy.

## 7 ZÁVĚRY

Cílem této studie bylo posoudit difference v tělesném složení u extraligových hokejistů ve věku 15–18 let pomocí monofrekvenční bioelektrické impedanční analýzy. U tělesné výšky byl potvrzen kontinuální nárůst, který se nevymykal běžnému ontogenetickému vývoji jedince. Nebyly sledovány významné změny mezi sledovanými věkovými kategoriemi. Z výsledků statistické analýzy vyplynulo, že v případě tělesné hmotnosti existuje mezi hokejisty 15–18 let signifikantní rozdíl. Celkový vzestup tělesné hmotnosti byl ovlivněn především nárůstem tukuprosté hmoty. Statisticky významný rozdíl mezi pozorovanými skupinami byl také potvrzen u BMI. V případě procentuálního zastoupení tělesného tuku byly mezi jednotlivými věkovými skupinami zaznamenány změny s kolísavou tendencí. Statistický významný pokles této tělesné složky byl sledován mezi 16letými a 17letými chlapci, naopak signifikantní vzestup tukové frakce byl zjištěn u hokejistů ve věku 17 a 18 let. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty narůstaly u sledovaného souboru s rostoucím věkem, s meziročními přírůstky v průměru 2,48 kg za jeden rok. Segmentální analýza tělesného složení prokázala, že mezi jednotlivými věkovými kategoriemi existují signifikantní difference v distribuci tukové a tukuprosté frakce. Nejvýznamnější rozdíly těchto tělesných složek pak byly zaznamenány u horních a dolních končetin mezi 17letými a 18letými sportovci.

Výsledky tohoto výzkumu poukazují na potřebu zohledňovat věkové změny v tělesném složení a optimalizovat tréninkový proces. Měření je vhodný prostředek zpětné vazby efektivity tréninkového procesu.

## 8 SOUHRN

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení základních antropometrických parametrů a tělesného složení u hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let. Na výzkumu participovalo 104 hokejistů s průměrným věkem 16,30 roků. Průměrná tělesná výška sledovaného souboru dosahovala 178,38 cm, průměrná tělesná hmotnost byla 72,38 kg a průměrná hodnota BMI se rovnala 22,68 kg/m<sup>2</sup>.

Na základě statistické analýzy bylo zjištěno, že mezi chlapci 15 a 16 let, 16 a 17 let, 17 a 18 let neexistuje významný rozdíl v tělesné výšce, v případě tělesné hmotnosti jsme sledovali signifikantní nárůst o 5,69 kg ( $p=0,003$ ) mezi 15letými a 16letými hráči.

Pro hodnocení zastoupení vybraných tělesných složek byl využit přístroj pracující s monofrekvenční bioelektrickou impedanční analýzou (Tanita BC 418 MA).

Průměrné množství tělesného tuku bylo změřeno 12,9 % z celkové tělesné hmotnosti. Výsledky jednofaktorové analýzy variance prokázaly, že v případě procentuálního množství tělesného tuku existuje mezi sledovanými skupinami statisticky významný rozdíl ( $F=32,56$ ;  $p=0,001$ ). Nulová hypotéza  $H_{10}$  proto nebyla akceptována a byla přijata hypotéza alternativní  $H_{1a}$ .

Průměrná hodnota tukuprosté hmoty byla 63,04 kg a celková tělesná voda tvořila 63,76 % z celkové tělesné hmotnosti. Statistická analýza v případě FFM vykazala mezi jednotlivými věkovými skupinami signifikantní rozdíl ( $F=36,48$ ;  $p=0,001$ ). Zamítli jsme tedy nulovou hypotézu  $H_{20}$ , a byla tak potvrzena hypotéza alternativní  $H_{2a}$ .

Pomocí přístroje Tanita BC 418 MA byla provedena segmentální analýza tělesného složení. Výsledky poukázaly na významné rozdíly v distribuci tukové a tukuprosté frakce u jednotlivých věkových souborů. Signifikantní pokles tělesného tuku dolních a horních končetin byl sledován mezi 16letými a 17letými hokejisty, s maximálním rozdílem 10,14 % ( $p=0,001$ ) v případě levé dolní končetiny a 13,61 % ( $p=0,001$ ) v případě levé horní končetiny.

Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty dolních a horních končetin narůstaly u sledovaného souboru s rostoucím věkem. Maximální nárůst tukuprosté frakce dolních i horních končetin byl zaznamenán mezi chlapci ve věku 16 a 17 let.

Výsledky diplomové práce poukazují na změny v tělesném složení u hráčů ledního hokeje ve věku 15–18 let. Jednalo se o změny jak v tukové frakci, tak



i tukuprosté hmoty. Největší rozdíly těchto tělesných složek pak byly sledovány mezi 16letými a 17letými hokejisty.

## 9 SUMMARY

The main aim of the study was to analyze basic anthropometric parameters and hockey-players of age 15–18 years body composition. There were 104 hockey-players with average age 16.30 years participated at research. The average stature was reaching the 178.38 cm. The average body weight was 72.38 kg and the average BMI was 22.68 kg/m<sup>2</sup>.

It was found out based on statistical analysis that there has not been significant difference in stature between boys 15 and 16 years old, 16 and 17 years old, 17 and 18 years old. We observed significant increase of 5.69 kg ( $p=0.003$ ) in the case of body weight between fifteen-year and sixteen-year players.

We used a device working with monofrequency bioelectrical impedance analysis (Tanita BC 418 MA) to evaluate presentation of selected body components.

The average body fat amount was 12.9 % of total body weight. The single-factor analysis of variance results proved that in case of body fat percentage quantity there has been statistically significant difference ( $F=32.56$ ;  $p=0.001$ ) between the groups in view. Zero hypothesis  $H_{10}$  was not accepted and alternative hypothesis  $H_{1a}$  was accepted.

The average fat-free mass value was 63.04 kg and total body water quantity was 63.76 % of total body weight. Statistical analysis in the case of FFM analysis significant difference ( $F=36.48$ ;  $p=0.001$ ) between single age categories. We have turned down zero hypothesis  $H_{20}$  and together alternative hypothesis  $H_{2a}$  was confirmed.

Segmental analysis of the body composition was made with the device Tanita BC 418 MA. The results referred to significant differences in body fat and fat-free fraction distribution by single age categories. The body fat significantly decreased by lower extremities and upper extremities were watched between sixteen-year and seventeen-year hockey-players with maximum difference 10.14 % ( $p=0.001$ ) in the case of left lower extremity and 13.61 % ( $p=0.001$ ) in the case of left upper extremity. The average fat-free mass lower and upper extremities values were increased by follow-up file with age. The maximum lower and upper extremities fat-free fraction increased was registered within boys in age 16 and 17 years.

The thesis results point out changes in hockey-players body composition in age 15–18 years. It was about changes both in body fat mass and in fat-free mass. The greatest differences these body components were watched between sixteen-year and seventeen-year hockey-players.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anonymous (n. d.). Retrieved 18. 03. 2011 from the World Wide Web:  
<http://www.tanita.co.uk/typo3temp/pics/eb4a6c577e.jpg>
- Anonymous (n. d.). Retrieved 18. 03. 2011 from the World Wide Web:  
[http://www.tanita.co.uk/uploads/media/BC\\_418\\_MA\\_Instruction\\_Manual\\_and\\_Technical\\_Notes.pdf](http://www.tanita.co.uk/uploads/media/BC_418_MA_Instruction_Manual_and_Technical_Notes.pdf)
- Anonymous (n. d.). Retrieved 18. 03. 2011 from the World Wide Web:  
<http://www.trystom.eu/produkty-a-sluzby-1/laboratorni-a-zdravotnicka-technika/kaliper-best-ii-k-501/>
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie Československé populace od 6 do 55 let – Československá spartakiáda 1985. Díl 1., část 1.* Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády.
- Bláha, P. et al. (1986). *Antropometrie Československé populace od 6 do 55 let – Československá spartakiáda 1985. Díl 1., část 2.* Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády.
- Bláha, P., Vignerová, J., Kobzová, J., Krejčovský, L., & Brabec, M. (2005). *VI. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001 – Česká republika.* Praha: Státní zdravotní ústav.
- Dovalil, J. et al. (2005). *Výkon a trénink ve sportu.* 2. vyd. Praha: Olympia.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny.* Brno: Computer Press.
- Gut, K., & Prchal, J. (1998). *Český hokej.* 1. vyd. Praha: Olympia.
- Gut, K., & Prchal, J. (2008). *100 let českého hokeje.* 1. vyd. Praha: AS press.
- Havlíčková, L., & kol. (1993). *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část. Díl 1.* 1 vyd. Praha: Univerzita Karlova.
- Heller, J., & Perič, T., (1996). Anaerobic power and capacity in young and adult ice hockey players. *Acta Universitatis Carolinae. Kinanthropologica*, 32 (2), 43-50.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment.* 2en ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heymsfield, S. B., Lochman, T., Wang, Z., & Going, S. (2005). *Human body composition.* 2en ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Chytráčková, J. (2003). Kinantropometrie. *Antropomotorika 2003*, 33-37.
- Jansa, P., Dovalil, J. et al. (2009). *Sportovní příprava. Vybrané kinantropologické obory k podpoře aktivního životního stylu.* 2. vyd. Praha: Q-art.

- Kostka, V. (1984). *Moderní hokej*. 2. vyd. Praha: Olympia.
- Kostka, V., Bukač, L., & Šafařík, V. (1986). *Lední hokej (Teorie a didaktika)*. 1. vyd. Praha: SPN.
- Kyle, U. G. et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226–1243.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku. I*. 1. vyd. Olomouc: Hanex.
- Lhotská, L. et al. (1993). *V. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991(České země)*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav.
- Malina, J., & kol. (2009). *Antropologický slovník aneb co by mohl o člověku vědět každý člověk*. Retrieved 18. 01. 2011 from the World Wide Web: <http://is.muni.cz/do/1431/UAntrBiol/el/antropos/index.html>.
- Nečas, E., & spolupracovníci (2000). *Obecná patologická fyziologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum.
- Pavliš, Z. et al. (1995). *Školení trenérů ledního hokeje. Vybrané obecné obory*. 1. vyd. Praha: ČSLH.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing.
- Placheta, Z. (1980). *Youth and physical activity. The development of some functional and morphological indices in 12 - 15 year old boys with different motor activity*. 1. vyd. Brno: Univerzita J. E. Purkyně.
- Riegerová, J., & Ulbrichová, M. (1998). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. 2. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. (Příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex.
- Schutz, Y., Kyle, U. G., & Pichard, C. (2002). Fat-free mass index and fat mass index percentiles in Caucasians aged 18-98 y. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 26(7), 953-960.
- Sikora, J. (2010). *Determinace tělesného složení u hráčů ledního hokeje na základě bioelektrické impedance*. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury.
- Starší, J., Jančoková, L., & Výboh, A. (1999). *Teória ľadového hokeja. Vysokoškolské učebné texty I*. 1. vyd. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, Fakulta humanitných vied.

- Šťastný, P., Fiala, M., & Petr, M. (2010a). Rozdíly rychlostně silových předpokladů akademické reprezentace v ledním hokeji vůči extraligovým standardům hráčů Českého svazu ledního hokeje v anaerobním wingate testu. *Studia Kinanthropologica*, *XI* (2), 94-100.
- Šťastný, P., Fiala, M., & Petr, M. (2010b). Srovnání poměrného tělesného složení s rychlostně silovými předpoklady hráčů akademické reprezentace v ledním hokeji dle anaerobního wingate testu. *Česká kinantropologie*, *14* (2), 46-58.
- Wang, Z. - M., Pierson, R. N., Jr., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model. A new approach to organizing body-composition research. *AM. J. Clin. Nutr.*, *56*, 19-28.
- Vescovi, J. D., Murray, T. M., Fiala, K. A. & Vanheest, J. L. (2006). Off-Ice Performance and Draft Status of Elite Ice Hockey Players. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, *1*, 207-221.