

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Tělesné složení extraligových hráčů hokejbalu kategorie U15-**

**U18**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.**

Vypracoval:

**Bc. Tomáš Gärtner**

Praha, duben 2016

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 4.4.2016

Bc. Tomáš Gärtner

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## **Poděkování**

Děkuji panu prof. Ing. Václavu Buncovi, CSc., za odborné vedení, připomínky, trpělivost a cenné rady, které mi poskytl při zpracovávání diplomové práce a zároveň děkuji Mgr. Martinu Tůmovi za pomoc při testování a všem zúčastněným hráčům jednotlivých klubů za jejich ochotu při testování.

## Abstrakt

**Název:** Tělesné složení extraligových hráčů hokejbalu kategorie U15-U18

**Cíle:** Hlavním cílem této práce je pomocí bioimpedační metody stanovit tělesné složení hráčů hrajících extraligu hokejbalu v kategoriích mladší a starší dorost. Naměřená data následně porovnat mezi jednotlivými věkovými skupinami.

**Metody:** V rámci práce je použito metod somatometrie ke zjištění antropometrických parametrů a metody biimpedanční analýzy tělesného složení pomocí přístroje Tanita BC 418 MA ke stanovení tělesného složení jednotlivých hráčů.

**Výsledky:** Změřili jsme a porovnali vybrané parametry tělesného složení u hráčů hokejbalu ( $n = 101$ ) ve věkových kategoriích 15, 16, 17 a 18 let. Monitorovány byly zejména difference v množství tělesného tuku, procentuálním zastoupení tělesného tuku, zastoupení tukuprosté hmoty a tělesných tekutin mezi jednotlivými věkovými skupinami. Zjistili jsme, že procentuelní množství tělesného tuku a tukuprosté hmoty není závislé na věku. Naopak absolutní množství obou parametrů na věku závislé je. Srovnání tělesné výšky se stejně starými hokejisty, jsou hokejbalisté nižší ve všech věkových kategoriích. Při srovnání hmotnosti jsou 15 hokejbalisté těžší průměrně o 2,5 kg. U 17letých už jsou hokejisté těžší o 7 kg a u 18letých je tento rozdíl už 8,4kg. BMI u 15letých hokejbalistů je vyšší průměrně o  $1,6 \text{ kg/m}^2$ . U 17letých se hodnota mění ve prospěch hokejistů a to v průměru o  $1,5 \text{ kg/m}^2$ . A u 18letých je rozdíl již  $2 \text{ kg/m}^2$ . Při srovnání s antropologickým výzkumem stejně starých chlapců z roku 2001 jsou hokejbalisté v průměru o 3,68 cm nižší, mají však průměrně o 1,5 kg větší hmotnost způsobenou větším zastoupením svalové hmoty.

**Klíčová slova:** hokejbal, tělesné složení, tělesný tuk, tukuprostá hmota, bioimpedance

## **Abstract**

**Title:** Body analysis of street hockey players in categories U15-U18

**Objectives:** The main object of this thesis is to determine body analysis of street hockey players playing Extra League in categories younger and older juniors using bioelectrical impedance analysis. Measured data should be compared among groups of players aged 15 and 16, 16 and 17, 17 and 18.

**Methods:** In the thesis are used somatometric methods to gather anthropometrical parameters and also the bioelectrical impedance analysis of the body structure using the device Tanita BC 418 MA to determine body structures of individual players.

**Results:** We measured and compared selected parameters of body structures of street hockey players (n = 101) in age groups of 15, 16, 17 and 18 years. The differences in the amount of body fat, body fat percentage, free fat mass and bodily fluids among individual groups of street hockey players were monitored. Body fat percentage and free fat mass do not depend on age. Amount of body fat and free fat mass depends on age. Ice hockey players are taller and have more fat free mass. In comparison with the anthropological research of the players in the same age from the year 2001 we discovered, that present-day players are, on average, 3,68 cm shorter, but they are, on average, 1,5 kg heavier, which is caused by the higher muscle content in their bodies.

**Keywords:** street hockey, body analysis, fat mass, free fat mass, bioelectric impedance

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>PŘEHLED POZNATKŮ .....</b>	<b>10</b>
2.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O HOKEJBALU .....	10
2.1.1	Hokejbal ve světě .....	10
2.1.2	Hokejbal u nás .....	11
2.2	SPORTOVNÍ VÝKON .....	13
2.2.1	Faktory ovlivňující sportovní výkon .....	13
2.2.2	Faktory somatické .....	15
2.2.3	Faktory kondiční .....	17
2.2.4	Faktory techniky .....	21
2.2.5	Faktory taktiky .....	21
2.2.6	Faktory psychické .....	22
2.3	ZATÍŽENÍ HRÁČE HOKEJBALU .....	24
2.4	TĚLESNÉ SLOŽENÍ .....	26
2.4.1	Rozdělení metod tělesného složení .....	30
2.4.2	Srovnání metod pro stanovení tělesného složení.....	43
2.5	SHRNUTÍ.....	44
<b>3</b>	<b>CÍLE PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>45</b>
3.1	CÍL PRÁCE .....	45
3.2	HYPOTÉZY PRÁCE .....	45
3.3	ÚKOLY PRÁCE.....	45
<b>4</b>	<b>METODIKA PRÁCE .....</b>	<b>46</b>
4.1	CHARAKTERISTIKA SOUBORU .....	46
4.2	POUŽITÉ METODY.....	46
4.3	SBÉR DAT .....	47
4.4	ANALÝZA DAT .....	47
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY.....</b>	<b>49</b>
5.1	TĚLESNÁ VÝŠKA, HMOTNOST A BMI.....	49
5.2	TĚLESNÉ SLOŽENÍ .....	54
5.3	SEGMENTÁLNÍ ANALÝZA .....	60
<b>6</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>70</b>
	KNIŽNÍ ZDROJE .....	70
	ELEKTRONICKÉ ZDROJE .....	72
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>73</b>

## Seznam použitých zkratk

ATP - adenosintrifosfát

BIA - bioimpedanční analýza

BMI - body mass index

CP - kreatinfosfát

ČMSHB - Českomoravský svaz hokejbalu

DK - dolní končetina

ECW - extracelulární (mimobuněčná) tekutina

FFM - tukuprostá hmota

FM - tělesný tuk

HK - horní končetina

ICW - intracelulární (buněčná) tekutina

ISBHF – Mezinárodní hokejbalová federace

M – aritmetický průměr

ME - Mistrovství Evropy

MS - Mistrovství světa

$S_D$  - směrodatná odchylka

TBW - celková tělesná voda

TO - testovaná osoba

TS - tělesné složení



# 1 ÚVOD

Hokejbal se řadí mezi nejpobulárnější sporty nejen v České republice, ale i v zemích, které mají blízky vztah k lednímu hokeji. Do většního povědomí veřejnosti se hokejbal dostává také díky pravidelným televizním přenosům utkání jak z české extraligy, tak i z mistrovství světa, ze kterých pravidelně vozíme medaile. Osobně se tomuto sportu věnuji již patnáct let a v posledních osmi letech dokonce na té nejvyšší možné úrovni – Extralize můžu. Z tohoto důvodu jsem si jako hlavní téma pro diplomovou práci vybral právě výzkum u hokejbalových hráčů.

Vzhledem k tomu, že se v dnešní době mezi profesionálními i amatérskými sportovci neustále tlačí na zvyšování sportovního výkonu, je důležité využívat všech dostupných možností a informací, které by mohly vést ke zvýšení kvality tréninkového procesu a tím i následného sportovního výkonu. Výkon je v hokejbalu tvořen řadou faktorů, z nichž mezi nejdůležitější řadíme somatické předpoklady jedince.

Vedle zcela běžných ukazatelů jako jsou například tělesná výška, hmotnost, určení somatotypu a další, se jako důležité ukazuje měření tělesného složení. Znalost tělesného složení je velmi dobrou formou kontroly a motivace do dalších tréninků. Klasické domácí váhy určují pouze celkovou sumu kilogramů. Tělesná hmotnost je ovšem pouze orientační ukazatel, protože nerozlišuje množství tuku, svalů ani vody v těle. Existuje celá řada metod k určení tělesného složení. V poslední době získává na popularitě hodnocení tělesného složení pomocí bioimpedační analýzy, i kvůli své rychlosti, nenáročnosti a relativní přesnosti výsledků. Výsledky bioimpedační analýzy mohou následně sloužit k optimalizaci tréninkového procesu, případně při identifikacích sportovních talentů.

Touto prací, bych rád přispěl ke zmapování a přiblížení tělesného složení hokejbalových hráčů v kategoriích mladší a starší dorost.

## **2 PŘEHLED POZNATKŮ**

### **2.1 Základní informace o hokejbalu**

Hokejbal patří mezi jeden z nejpříbuznějších sportů lednímu hokeji a hra, kterou pravděpodobně alespoň jednou v životě vyzkoušel každý z mužské části populace, byť v různé formě a pod různým názvem. Hokej s míčkem (též nazývaný „pozemák“ nebo „bendák“) byl už od 70. a 80. let vidět na různých místech republiky. Téměř každý vyznač a fanda klasického ledního hokeje na nejrůznějších asfaltových či betonových plátcích s hokejkou v ruce dodnes prohání neposedný tenisový nebo plastový míček.

Největším rozdílem mezi hokejbalem a ledním hokejem je ten, že hráči po hřišti nejezdí na bruslích, ale pohybují po hřišti běháním ve sportovní obuvi. Nehraje se s pukem, ale se speciálním plastovým míčkem oranžové barvy, který se hráči snaží dostat do soupeřovy branky za pomoci hokejek. Povrch hřiště je tvořen asfaltem, případně betonem nebo speciálním plastovým povrchem. Hrací plocha je ohraničena mantinely z tvrzeného plastu. (Táborský, 2005).

#### **2.1.1 Hokejbal ve světě**

Oficiální zdroje uvádí, že hokejbal je relativně mladý sport s velmi krátkou historií. Zmínky o něm však sahají velmi daleko, k podobným hrám, které se hrály s míčkem a klackem. První zmínka o takové hře, zvané hurling, sahá až do druhého tisíciletí př. n. l., která se hrála v Irsku. Slovo hokej se vyvinulo z podobné hry, kterou hráli Indiáni v severní Americe kolem roku 1572. Vývoj hokejbalu je úzce spjat s vývojem ledního hokeje, který se šířil po světě hlavně v oblastech s chladnějším podnebím. Organizované ligy hokejbalu ve své současné podobě vznikaly nezávisle v několika zemích v Kanadě (koncem 1960), USA (začátkem 1970), České republice a Slovensku (1980), Finsku, Německu, Japonsku, Švýcarsku (začátkem 1990) a později i v jiných zemích. Kvůli vzájemné podobnosti s ledním hokejem se ve všech těchto zemích hokejbalová pravidla vyvíjela velmi podobně. Po politickém převratu ve střední a východní Evropě v roce 1989 se začaly rozvíjet mezinárodní výměny, které zahrnovaly

i zaoceánské soutěže v roce 1991, což vedlo k založení Mezinárodní hokejbalové federace (ISBHF). První mezinárodní turnaj se odehrál v Oshawě, v Kanadě roku 1994, další pak v Bratislavě v roce 1995, kdy Slovensko hostilo zahajovací ME a o rok později i MS v červnu roku 1996. Historicky první MS juniorů (do 20 let) se konalo v roce 2000 v Kralupech nad Vltavou v České republice. Po několika MS, které se konaly v letech 1996, 1998 a 1999 se další ročníky ustálily na dvouletém cyklu, vždy v lichém roce, s tím, že MS juniorů se koná v sudých letech.

ISBHF jako hlavní řídicí orgán organizuje jak MS a ME pro národní reprezentace, tak i spoustu událostí pro kluby. Byla vytvořena konkrétní opatření a pravidla pro pořádání mezinárodních turnajů a pro spolupráci mezi jednotlivými členy. ISBHF také spolupracuje s Mezinárodní federací ledního hokeje (IIHF), aby nebyly přerušeny společné kontakty. Protože hraní hokejbalu je velice snadné, sport si rychle našel oblibu ve zhruba 60 zemích celého světa. Více než 30 z nich je pak členem ISBHF. Protože podstatou sportovních her jako je hokejbal (nebo hokej) je fakt, že je může hrát kdokoliv a kdekoliv na světě, bez ohledu na socio-ekonomické zázemí, je snahou vytvořit silné propojení s Mezinárodní hokejovou federací IIHF a NHL Enterprises, aby bylo možné propagovat hokejbal v rovině hokejové rodiny (hokejbal, inline a lední hokej). Cílem číslo jedna je dosáhnout co nejdříve oficiálního postavení v Mezinárodním olympijském výboru a zařadit tak hokejbal mezi sporty letních olympijských her.

### **2.1.2 Hokejbal u nás**

Hokejbal se objevil na území Československa v 70. letech 20. století. Tehdy šlo však o neorganizovaný sport, kdy se hrálo na nejrůznějších betonových a asfaltových hřištích. V roce 1982 byla sepsána první hokejbalová pravidla a následně byl sehrán první turnaj pro základní školy. O čtyři roky později došlo k další úpravě pravidel a začaly se hrát první přebory republiky. V druhé polovině osmdesátých let minulého století se nadšenci do hokejbalu začali pravidelně sjíždět do Českých Budějovic, kde žil Vladimír Hnilička – obrovský fanoušek tohoto sportu. Právě on má zásluhu na tom, že ve sportovním areálu TJ Pedagog vznikla dvě nová, plně vybavená hokejbalová hřiště, z nichž jedno z nich funguje dodnes. Do Českých Budějovic se kvůli tomu sjížděli hráči z celé

republiky a rostoucí oblíbenost tohoto sportu vedla v roce 1990 k založení Českomoravského svazu hokejbalu (ČMSHb). Po založení svazu začaly přibývat městské soutěže a v řadě měst se začala budovat hokejbalová střediska. V roce 1991 byla za pomoci pana Hniličky opět upravena pravidla. Vzorem se stala pravidla tzv. dekhokeje z USA. (<http://www.cs.wikipedia.org/wiki/Hokejbal>).

Stále větší oblíbenost tohoto sportu logicky vedla k rychlému rozmachu. Vznikla nejvyšší republiková soutěž a začaly se organizovat turnaje také pro mládež. Členská základna se neustále rozrůstala a najednou se hokejbal vyšvihl mezi nejpočetnější kolektivní sporty u nás. Dle oficiálních statistik<sup>1</sup> hraje v současnosti hokejbal necelých čtyřicet tisíc lidí a to z něj dělá sedmý nejpočetnější sport v republice. Počet hřišť již přesáhl stovku a to počítáme pouze ty oficiální, s jednotnými parametry, na nichž se hrají oficiální soutěže řízené svazem.

Pravidelné soutěže několika výkonnostních stupňů, zlepšující se technické podmínky a systematická práce s mládeží – to byly důležité kroky vedoucí k postupnému, ale neustálému zkvalitňování českého hokejbalu. Logicky se dostavily úspěchy i na mezinárodním poli. V roce 1998 se v Litoměřicích konalo první MS na území České republiky. Tým poskládaný nejen z hokejbalistů, ale i z hokejových osobností jako např. Vladimír Kameš, Jan Čaloun nebo Dušan Salfický, dokázal postoupit až do finále a v něm porazit reprezentaci Kanady.

V současnosti se české extraligy mužů účastní 12 týmů. Herní systém extraligy je stejný jako u ledního hokeje, to znamená, že 8 nejlepších mužstev po skončení základní části postupuje do Play-off. Tým na poslední příčce v tabulce automaticky sestupuje do nižší soutěže a předposlední sehraje baráž o udržení.

Soutěžní nároky hokejbalu neustále rostou a každý sportovec a trenér hledá možnosti jak zlepšit sportovní výkon jedince i celého družstva. K dosahování maximálních výkonů a co nejlepší výkonnosti, je potřeba pochopit význam slova sportovní výkon, z čeho se skládá, ovlivňování sportovní výkonnosti sportovním tréninkem a energetickou náročnost hokejbalu.

---

<sup>1</sup><http://cf.datawrapper.de/Hhf8r/6/>

## 2.2 Sportovní výkon

„Sportovní výkon je aktuální projev osobnosti a organismu člověka, označujeme tak průběh i výsledek činnosti v daném sportovním odvětví či disciplíně“ (Dovalil a kol., 2008).

Pojem sportovní výkon patří mezi základní pojmy sportovní teorie a jeho základním charakteristickým znakem je dosahování maximálních sportovních výkonů. Současná literatura rozlišuje dva typy výkonu. Výkon relativně maximální, to je výkon, který je nejvyšší vzhledem ke schopnostem a možnostem jedince a výkon absolutně maximální, za který se považují rekordy (kraje, školy, jednotlivé sportovní disciplíny atd.) (Jansa, Dovalil a kol., 2009). Právě absolutně maximální sportovní výkon je cílem trenérů, sportovců a dalších odborníků. Pro trénink, jehož obsahem je hlavně budování sportovního výkonu, má jeho podrobnější poznání zásadní význam. Sportovní výkon je realizován v určitých pohybových činnostech, v kterých je hlavním obsahem řešení úkolů, které nám vymezují pravidla daného sportu a v nichž se sportovec snaží o využití výkonových předpokladů maximální možnou měrou. Tyto pohybové činnosti, které jsou ovlivněné vnějšími podmínkami provedení, nám představují určité požadavky na organismus a osobnost člověka (Dovalil a kol. 2009).

Ve sportovním výkonu se vždy odrážejí:

- Vrozené dispozice (vlohy, nadání, talent)
- Vliv prostředí
- Vliv tréninkového procesu

### 2.2.1 Faktory ovlivňující sportovní výkon

Vlivy dědičnosti, prostředí a tréninkového procesu se vzájemně podmiňují a doplňují. Postupem se vytváří souhrn psychofyzických předpokladů k rozdílným typům sportovní činnosti. Teoreticky můžeme tento souhrn chápat jako celek, který se skládá z dílčích vzájemně propojených částí (obrázek 1). Z tohoto důvodu nemůžeme jednotlivým vlivům přisuzovat určitý stanovitelný podíl, musíme je tedy chápat jako složitý komplex, který ovlivňuje formování organismu a osobnost sportovce jako celku.

Struktura sportovního výkonu není konstantní a liší se podle druhu sportu (Choutka, 1983).

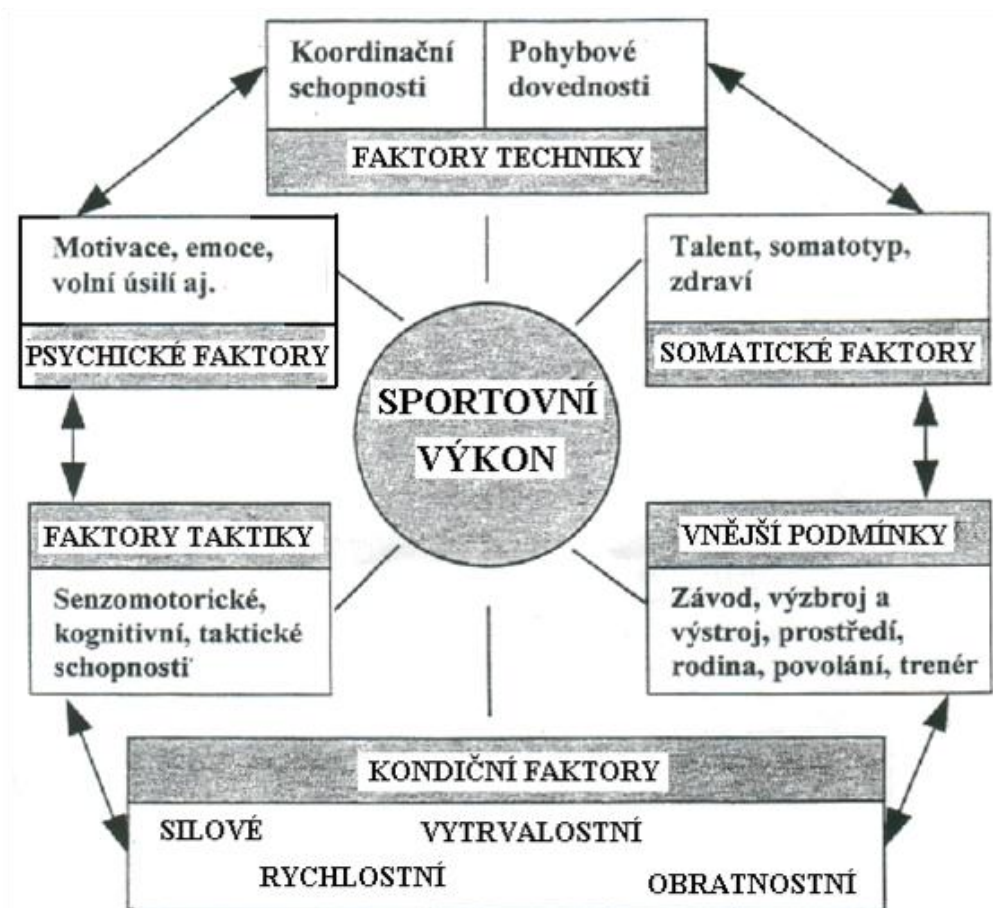
Současná literatura pro tyto účely používá systémový přístup, tj. myšlení a řešení problémů, při němž jsou jevy chápány komplexně v jejich vnitřních i vnějších souvislostech, a interpretuje SV jako vymezený systém faktorů, který má určitou skladbu, tj. zákonité uspořádání a propojení sítí vzájemných vztahů (Dovalil a kol., 2009)

Faktorem je každý projev funkce vlastnosti, schopnosti, ale také stavy, děje, vědomosti atd., které jsou podmínkou realizace sportovního výkonu, působí jako rozhodující činitele a mají pro sportovní výkon podstatný význam. Rozeznáváme sportovní výkony, které jsou založené na dominanci převážně jednoho faktoru- monofaktorální sportovní výkon např. vzpírání a rozeznáváme sportovní výkony, jež jsou podmíněny celou řadou faktorů, majících stejnou důležitost- multifaktoriální výkony např. sportovní hry (Choutka, 1983).

Společným znakem obou faktorů je to, že jsou trénovatelné, to znamená, že je lze ovlivnit tréninkem nebo se na ně bere ohled při výběrech talentovaných sportovců (Dovalil a kol, 2009).

Faktory ovlivňující sportovní výkon (Dovalil a kol. 2009, 17):

- 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 podle Grossera (1991)

### 2.2.2 Faktory somatické

Pavlík (1999) uvádí, že vhodný somatotyp určitého jedince ještě neznamená automatickou úspěšnost v některém sportovním odvětví. Ukazuje se, že bez vhodného somatotypu se nemůže daný sportovec zařadit mezi výkonnostně nejlepší. V určitých sportech se tento předpoklad projevuje více (plavání, volejbal, lední hokej atd.), v jiných méně (fotbal, lukostřelba atd.). Každý tělesný typ má jinou reakci na tělesnou zátěž jinak a každý typ cvičení a trénink na něj odlišně působí. Poznání jednotlivých tělesných typů je důležité pro dávkování tréninků, pro diferenciaci programů tělesné výchovy, pro výběr vhodných typů pro určitý sport. (Čelikovský a kol, 1990).

Teprve dlouhodobá – několikaletá intenzivní tréninková zátěž vyvolává zřetelné změny v tělesných proporcích, především ve svalově kosterním aparátu (Pavlík, 1999).

Typ sportovce se určoval mnoha různými metodami, které mají dnes už jen historický význam. V současné době se stanovují tzv. somatotypy (soma = řecky tělo) podle amerického psychologa Williama Sheldona a zvláště podle dalších modifikací původního Sheldonova postupu (Heathová – Carter). Somatotyp jedince je vyjádřen třemi čísly, což je dostatečně charakterizující o rozměrech a složení těla (Čelikovský a kol, 1990).

Rozlišujeme:

- 1) endomorfní komponentu - stupeň tloušťky, množství podkožního tuku, vhodné sporty: vzpírání, sumo, vrh koulí
- 2) mezomorfní komponentu - stupeň rozvoje svalstva a kostry, vhodné sporty: kulturistika, sprinty, gymnastika
- 3) ektomorfní komponentu - stupeň štíhlosti, křehkosti, relativní délky končetin, vhodné sporty: vytrvalostní sporty, skok vysoký.

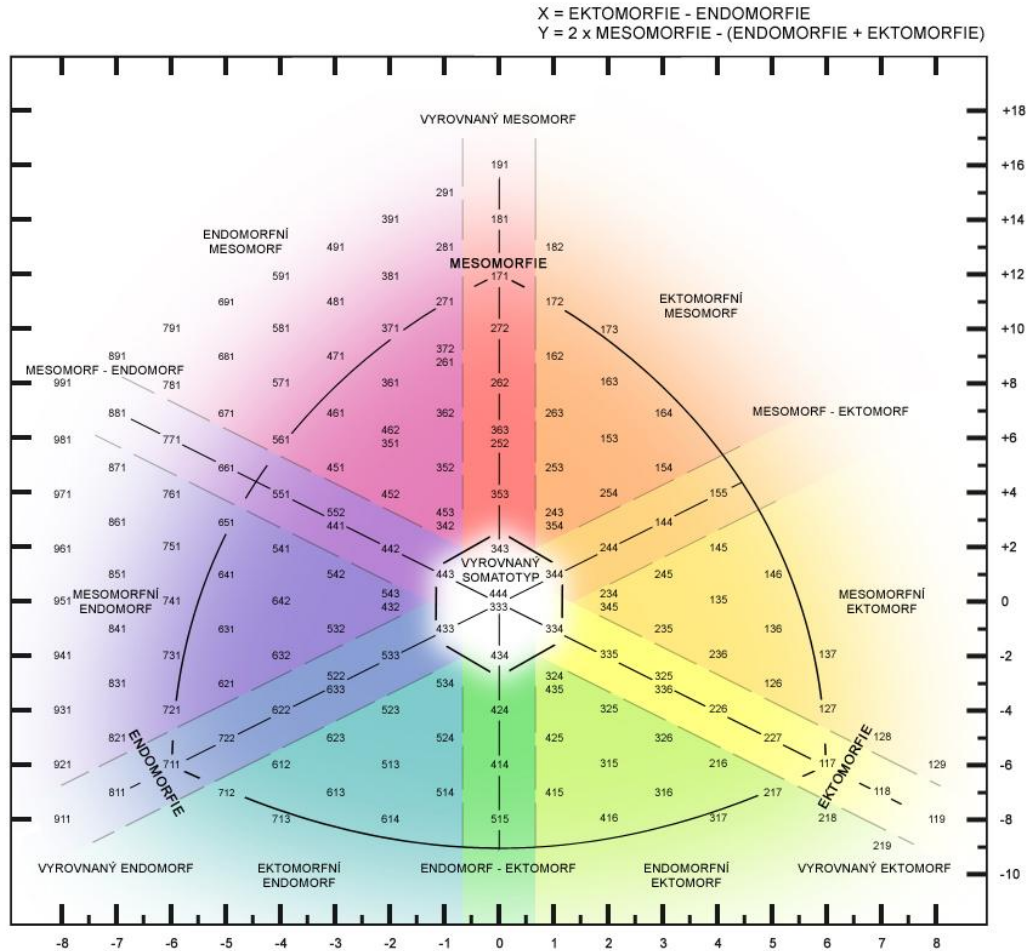
Každá z těchto tří komponent je při určování somatotypu hodnocena od 1 do 7 bodů, každý je tedy ohodnocen třemi čísly. První značí stupeň rozvoje endomorfní, druhé číslo mezomorfní a třetí číslo ektomorfní komponenty (obrázek 2). Například somatotyp vrcholového závodníka v kulturistice bychom zapsali jako 1-7-1 (Čelikovský a kol, 1990).

Pro obecnou motorickou výkonnost má největší význam zastoupení mezomorfní složky somatotypu. Cvičenci, v jejichž somatotypu je zastoupena mezomorfní komponenta pátým a vyšším stupněm, dosahují podstatně vyšších výkonů než cvičenci, u nichž takovýchto čísel nedosahuje (Pavlík, 1999).

Samotné výpočty jednotlivých komponent somatotypu nejsou složité a lze je vypočítat pomocí naměřených hodnot a kalkulačky (<http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>) nebo v dnešní době už existují počítačové programy a aplikace do mobilních telefonů.

Vzhledem k atletické náročnosti hokejbalu, se jeví jako nejvhodnější somatotyp mezomorf s převažující ektomorfní komponentou.

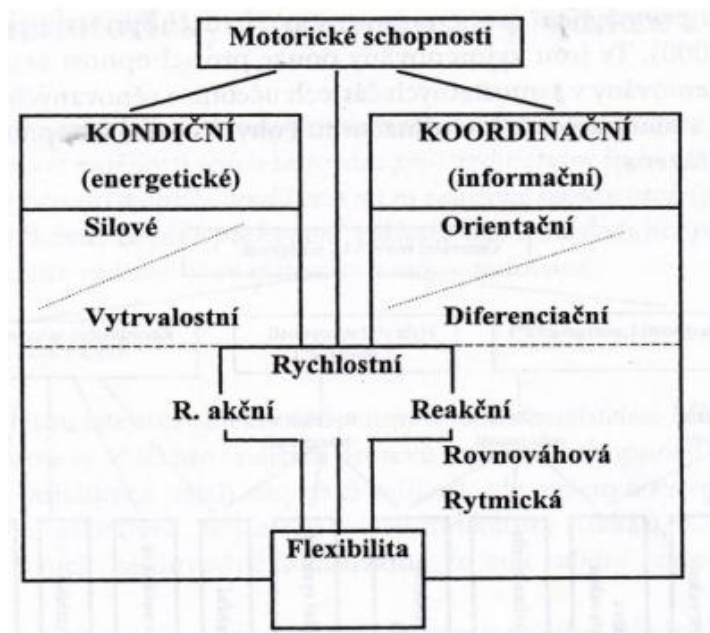




Obrázek2: Rozmístění somatotypů v grafu podle Heath - Carter metody (<https://is.muni.cz/do/fsp/s/e-learning/sport-matematika/img/obr-d05.jpg>)

### 2.2.3 Faktory kondiční

Za kondiční faktory výkonu se považují pohybové schopnosti, které můžeme vymezit jako soubor předpokladů (úspěšné) pohybové činnosti. Přesněji vyjádřeno jde o souhrn či komplex vnitřních integrovaných předpokladů organismu k pohybové činnosti. Při identifikaci pohybových schopností se vychází z dominujících charakteristik pohybové činnosti. Samotný pojem a pojetí pohybových schopností zůstávají předmětem řady diskuzí a sporů, zda jsou to pojmy relevantní, odrážející skutečnost. Pro text se budeme řídit rozdělením kondičních faktorů (Jansa a kol, 2009, Dovalil a kol. 2009, Martens, 2012 aj.) na schopnosti silové, rychlostní, vytrvalostní a koordinační (obrázek 3). Model je pouze jedním z možných; k definitivnější a obecně přijaté představě celé struktury motorických schopností antropomotorika dosud nedospěla.



Obrázek3: Taxonomie motorických schopností (Měkota, Novosad, 2005, 21)

### Silová schopnost

Sílu (ne fyzikální veličinu) definujeme jako schopnost překonat, udržet nebo brzdit určitý odpor. Ve sportu je třeba kromě klasických představ o síle jako mohutnosti svalového stahu brát v úvahu často také rychlost svalového stahu při působení na odpor a také trvání pohybu či počet opakování v čase (tabulka 1). Dle výše uvedeného rozlišujeme několik druhů silových schopností:

- Síla absolutní (maximální) - spojeno s nejvyšším možným odporem, může být uskutečněna při statické i dynamické (koncentrické, excentrické) svalové činnosti
- Síla rychlá a výbušná (explozivní) – spojeno s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, může být uskutečněna při dynamické (koncentrické) svalové činnosti
- Síla vytrvalostní – spojeno s překonáváním nemaximálního odporu opakováním pohybu nebo dlouhodobého udržování odporu, může být uskutečněna při dynamické nebo statické svalové činnosti

Vhodný věk pro začátek silového tréninku se pohybuje mezi 15. - 16. rokem (Karczmarczyk, 2006)

Tabulka 1: Velikost, rychlost a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil a kol. 2008, 200)

Druh silové schopnosti	Velikost odporu	Rychlost	Opakování (trvání) pohybu
Absolutní	Maximální	Malá	Krátce
Rychlá (výbušná)	Nemaximální	Maximální	Krátce
Vytrvalostní	Nemaximální	Nemaximální	Dlouze

### Rychlostní schopnost

„Rychlostní schopností rozumíme schopnost provést motorickou činnost nebo realizovat určitý pohybový úkol v co nejkratším časovém úseku. Přitom se předpokládá, že činnost je spíše jen krátkodobého charakteru (max. 15-20 s) není příliš složitá a koordinačně náročná a nevyžaduje překonávání většího odporu.“ (Čelikovský a kol., 1990, 97).

Rychlostní schopnosti lze dělit dle hodně kritérií, my však použijeme dělení autorů z novějších publikací (Jansa, Dovalil a kol., 2009, Dovalil a kol., 2009), kteří uplatňují strukturální přístup a ti rozlišují:

- Rychlost reakční – spojeno se zahájením pohybu
- Rychlost acyklickou – co nejvyšší rychlost jednotlivých pohybů
- Rychlost cyklickou – dána vysokou frekvencí opakujících se stejných pohybů
- Rychlost komplexní – kombinace cyklických a acyklických pohybů včetně reakce, nejčastěji se vyskytuje jako rychlost lokomoce, přemísťování v prostoru.

Rychlostní schopnosti se nejlépe rozvíjí mezi 7. - 11. rokem života, kdy děti dosahují největších pokroků (Karczmarczyk, 2006).

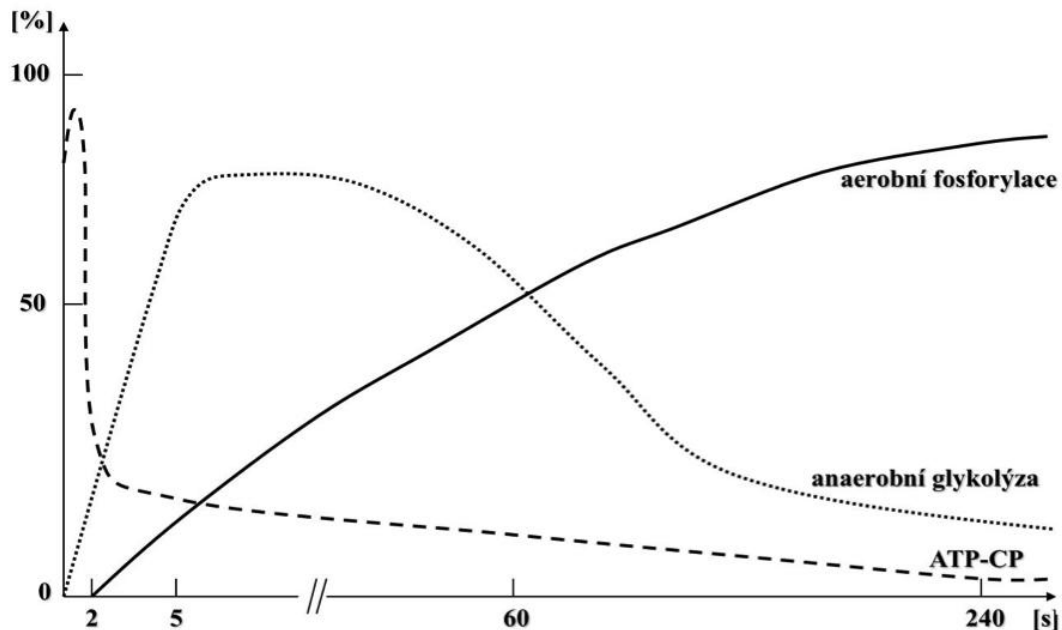
### Vytrvalostní schopnost

„Definujeme jako schopnost dlouhodobě vykonávat pohybovou činnost na určité úrovni bez snížení její efektivity.“ (Dovalil a kol., 2008, 276)

„Z biologického hlediska jde při vytrvalostním výkonu o plynulé dodávání kyslíku a energetických zdrojů svalovým buňkám a současný odvod zplodin látkové výměny. To je dáno několika dalšími faktory, které lze ve většině případů ovlivnit, proto je vytrvalostní schopnost poměrně dobře trénovatelná.“ (Čelikovský a kol., 1990, 118)

Vytrvalostní schopnost Jansa, Dovalil a kol. (2009) rozdělují následovně (obrázek 4):

- Rychlostní – vykonávání pohybové činnosti nejvyšší intenzitou co možná nejdéle (20-30s). Aktivace ATP-CP
- Krátkodobá – vykonávání pohybové činnosti do 2-3 minut. Aktivace LA
- Střednědobá - vykonávání pohybové činnosti 8-10 minut. Aktivace LA-O<sub>2</sub>
- Dlouhodobá - vykonávání pohybové činnosti déle než 10 minut. Aktivace O<sub>2</sub>



Obrázek 4: Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů (upraveno dle Dovalil a kol. 2009)

Trénink vytrvalostních schopností má větší význam po 12. - 13. roce z důvodu změn v organismu, které umožňují lepší přenos kyslíku do buněk ke svalům. (Karczmarczyk, 2006)

### Koordinální schopnost

„Koordinací se obvykle označuje schopnost lehce a účelně koordinovat vlastní pohyby a přizpůsobovat je konkrétním podmínkám řešeného úkolu.“(Čelíkovský a kol., 1990, 133).

Jednotně přijímané rozdělení koordinačních schopností neexistuje, rozlišujeme např.:

- Diferenciační schopnost – vnímání pohybu, přesnost činnosti
- Orientační schopnost – orientace v čase a prostoru
- Schopnost rovnováhy
- Schopnost reakce – rychlost, ale i vhodnost a správnost

- Schopnost rytmu
- Schopnost spojovací – spojování pohybů a jejich částí
- Schopnost přizpůsobování – pohybu vnějším podmínkám, změny

Význam koordinačních schopností vyplívá, že jednotlivě i v komplexu se stávají přímými i zprostředkujícími faktory struktury sportovních výkonů. Ovlivňují kvalitu dovedností, zvyšují jejich přesnost, přizpůsobivost, usnadňují požadované spojování pohybů i jejich výběr (Jansa, Dovalil a kol., 2009).

Díky rozvoji nervové soustavy mají děti ve věku mezi 7. - 10. rokem života („zlatý věk motoriky“) optimální předpoklady pro nácvik nových a často složitých pohybů (Karczmarczyk, 2006).

#### **2.2.4 Faktory techniky**

V každém sportovním výkonu řeší sportovec konkrétní pohybový úkol. Může to být úkol jednoduchý, jehož řešení je standardní (stejně), nebo úkol složitější, který je řešen variabilním způsobem. Dle Choutky (1983) rozumíme technikou účelný způsob řešení daného pohybového úkolu v souladu s mechanickými a biologickými zákonitostmi, ale i s platnými pravidly.

Technická příprava je zaměřena osvojování si pohybových dovedností a jejich stabilizace a jejich následné zdokonalování. Nácvik je dlouhodobý a je závislý na úrovni pohybových schopností a docilitě sportovce (Vobr, 2010).

#### **2.2.5 Faktory taktiky**

„Taktikou rozumíme způsob vedení boje jednotlivce, skupin nebo družstva, jehož cílem je optimální výsledek nebo vítězství v soutěži“ (Vobr, 2010).

Taktická příprava je proces zaměřený na osvojování vědomostí a taktických dovedností, které jsou předpokladem úspěšného jednání sportovce nebo družstva v boji se soupeři.

Choutka (1983) dělí taktické jednání na několik fází:

- 1) VNÍMÁNÍ A ANALÝZA SOUTĚŽNÍ SITUACE: smyslové vnímání situace (spoluhráči, protihráči, předměty) ve vyznačeném prostoru (hrací pole), důležitá představivost a anticipace
- 2) VÝBĚR OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ SITUACE: stanovení cíle – analýza variant řešení – výběr optimálního řešení, důležitá tvořivost sportovce
- 3) POHYBOVÉ ŘEŠENÍ SOUTĚŽNÍ SITUACE: komplexní jednání sportovce

### 2.2.6 Faktory psychické

Psychologická příprava je proces cílevědomého ovlivňování a sebevýchovy sportovce či celého družstva. Dlouhodobě a cílevědomě rozvíjí osobnost sportovce, především ve smyslu vytváření podmínek pro systematický růst výkonnosti a úspěchu v soutěžích. Psychologická příprava je nedílně spojená s přípravou kondiční, technickou i taktickou a je zaměřená podle potřeb soutěžní disciplíny (sportovní střelba - koncentrace, box – ovládnutí emocí), dle Slepíčky, P., Hoška, V., a Hátlové, B. (2009) ji dělíme následovně:

- Dlouhodobá – rozvoj osobnosti sportovce a jeho výchovy
- Krátkodobá – snaha dosáhnout optimální formy k určitému období

„Technika, kondice a další jsou sice důležité faktory, ovšem rozhodující pro úspěšnou realizaci těchto faktorů v zápase, a tím i odpovědnou za výsledek, je psychická síla“ (Schönborn, 2008, 133). Psychickou sílu můžeme pozorovat při taktické přípravě na jednotlivé utkání. Pro zvolení vhodné taktiky je potřeba znát soupeře (jeho styl a způsob hry), dále rozložení sil při zápase a provedení činností k získání převahy na hřišti. Taktiku ve hře je možné brát z defenzivního pohledu, kdy bezpečně bráním své území a vyčkávám na chybu soupeře, nebo z ofenzivního hlediska, kdy jsme v pozici útočícího týmu a agresivně napadat soupeře již při rozehrávání.

V hokejbalu je hlavním cílem sportovního výkonu dát více branek než soupeř. Ve sportovních hrách, kam patří i hokejbal, rozeznáváme sportovní výkon individuální a

týmový. V souvislosti s faktory individuálního sportovního výkonu je žádoucí zmínit tzv. modelovou charakteristiku struktury sportovního výkonu. V každém sportovním odvětví se snažíme vytvořit určitý model, který dopodrobna popíše ideálního jedince vhodného pro danou sportovní disciplínu. Znalost této problematiky vytváří představu, jaké nároky klade výkon na jedince. Tyto poznatky je možné proto uplatňovat při řízení sportovního tréninku. Příklad takového modelu je vidět v tabulce 2.

Tabulka 2: Modelová charakteristika vrcholového hráče ledního hokeje dle Pavliše kol.(2000)

<b>Somatické faktory</b>	Výška 180 - 190 cm
	Hmotnost 85 - 90 kg
	Silový typ, robustní konstrukce
<b>Kondiční faktory</b>	Silově zaměřený - především DK, explozivní síla (skok z místa 280 cm a více), HK (bench press 120 kg a více), síla v předloktí a prstech, VO2 max. atd
	Velmi dobrý obratnostně (prostorová orientace - salta, přemety vpřed)
	Dobré rychlostně vytrvalostní předpoklady - 400 m kolem 55 vteřin
<b>Technické faktory</b>	Dobrá statická a dynamická rovnováha (osobní souboje, bruslení atd.)
	Schopnost provádět více činností současně (bruslení, vedení kotouče, sledování spoluhráčů a soupeřů)
	Kvalitní jemná koordinace (střelba, zpracování kotouče)
<b>Taktické faktory</b>	Tvůrčí schopnosti, souhra v kolektivu, dobré periferní vidění, rychlé rozhodování
<b>Psychické faktory</b>	Sangvinik až cholerik, dominantní, nebojácny, asertivní, agresivní

Pokud bychom měli shrnout teoretické poznatky SV ve sportovních disciplínách, dojdeme k tomu, že v některých sportech je možné určit SV poměrně objektivně a přesně (atletika), jindy je SV hodnocen rozhodčími převážně subjektivně (krasobruslení). Bodový výsledek nám však neříká nic bližšího o průběhu utkání, o proměnných, které rozhodovaly o vývoji hry v jednotlivých situacích, o tom, jaký sportovní výkon podali jednotlivci i družstvo jako celek. Abychom odkryli jednotlivé faktory, které ovlivňují daný SV, je třeba se zajímat o jeho strukturu. Znalost požadavků, které jsou v jednotlivých sportech kladeny na sportovce, je důležitá především pro trenéra, který na jejich základě účinně řídí proces sportovního tréninku. Jednotlivé faktory sportovního výkonu mají různou důležitost a podstatu, jsou mezi nimi určité vztahy a jsou do různé míry ovlivnitelné tréninkem. Skladba faktorů každé sportovní disciplíny je specifická, proto se sportovec v rámci tréninku musí zaměřit na rozvoj těch správných proměnných, které jsou nezbytné k podání vrcholového výkonu.

### 2.3 Zatížení hráče hokejbalu

Hokejbal je, podobně jako lední hokej, intervalový, přerušovaný typ aktivity, který od hráčů vyžaduje široké spektrum motorických dovedností, rychlý postřeh, schopnost co nejrychleji reagovat na danou situaci a vysokou úroveň celkové tělesné zdatnosti (Perič a kol., 2006).

Fyziologické nároky kladené na hráče se liší v závislosti na jednotlivých herních postech v týmu – brankář, obránce nebo útočník. Podstatou hokejbalu je střídání cyklických (sprint) a acyklických (příhrávka) pohybových činností. Při sprintech se opakovaně zapojují ohybače a natahovače dolních končetin. Při svalovém stahu (kontrakci) agonistů (svaly působící a iniciující pohyb v jednom směru) je utlumená činnost antagonistů (svaly vyvolávající protichůdný pohyb – pohyb v opačném směru) a totéž platí opačně. Jde o zautomatizovaný cyklický pohyb, při kterém se pravidelně opakuje běžecký dvojkrok. Dochází k pravidelnému střídání odrazu z opěrné fáze a letové fáze, kdy není tělo hráče v kontaktu s herní plochou. Délka opěrné fáze se odvíjí podle druhu běhu, který hráč vykonává. Při plynulém běhu je kratší, naopak při sprintu je delší. Při zahájení běhu se na odrazové noze zapojují natahovače kyčle, natahovače kolena a ohybače kotníku směrem za plošku nohy. Na ohybači kyčelního kloubu švihové nohy se podílejí přímý sval stehenní, sval bedro-kyčlo stehenní a čtyřhlavý sval stehenní. Při rychlých a častých změnách směru pohybu se zapojují přitahovače a odtahovače kyčle, vzhledem k tomu, že na hráče působí účinky odstředivé síly, musí udržovat tzv. dynamickou rovnováhu<sup>2</sup>. Mezi další zapojované svaly patří zejména trojhlavý sval pažní a sval deltový.

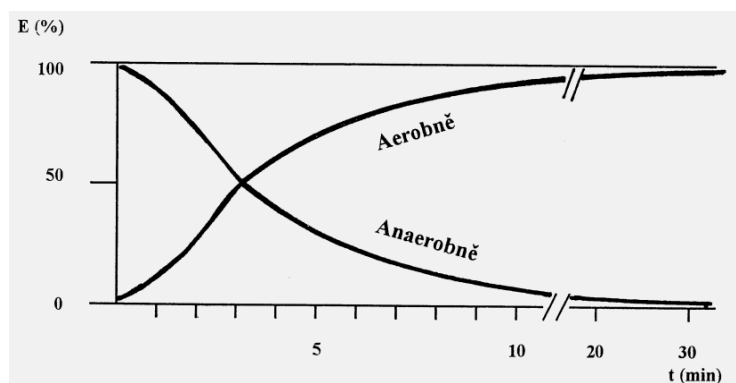
Hokejbal je charakteristický střídáním maximálního zrychlením v krátkém časovém úseku, následném sprintu a volným během, příhrávkami a střelbou. Tento přerušovaný (intervalový) způsob pohybové aktivity vyžaduje také specifické požadavky na energetické krytí organismu. Na energetickém krytí těchto potřeb se podílejí všechny energetické zdroje organismu různou měrou. Vše se odvíjí od délky trvání a intenzitě pohybové aktivity, na stylu hry a na délce odpočinku při střídání. Možnosti energetického zásobení jsou také dány úrovní trénovanosti. ATP-CP systém má hlavní

---

<sup>2</sup>[http://ftk.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/FTK-katedry/biomechanika/BIOM\\_Rovnovaha.pdf](http://ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-katedry/biomechanika/BIOM_Rovnovaha.pdf)



úlohu při okamžitém využití rychlosti a síly, kdy je energie pro pohyb čerpána hlavně z ATP a CP. Tyto zdroje jsou využívány primárně při krátkých sprintech, přihrávkách, střelbě apod. Pokud nastane situace, že zásoba CP ve svalu je téměř vyčerpána, pak se zvýšená potřeba ATP zajišťuje dalším nejrychlejším zdrojem energie – štěpením glykogenu (anaerobní glykolýzou), jehož konečným produktem je laktát (LA). Množství zásobního glykogenu ve svalech a játrech bývá u lépe trénovaných hráčů zvýšeno. Během nadměrné zátěže svaly pracují za nedostatečného zásobení kyslíkem (kyslíkový dluh), důsledkem je hromadění LA, který se pak musí v játrech přeměnit na glukózu v procesu glukoneogeneze. Odstraňování LA se uskutečňuje v srdci, pracujících svalech a játrech ještě zhruba 30 minut po ukončení zátěže a během této doby je pozorována taktéž zvýšená spotřeba kyslíku, díky které se kyslíkový dluh splácí<sup>3</sup>. Nízké hladiny LA jsou dány samotným charakterem hry, při které je maximální úsilí vyvíjeno jen podobu několika vteřin. Množství energie, čerpané anaerobně na kyslíkový dluh je omezené a se vzrůstající délkou zatížení se snižuje rychlost a vzrůstá podíl energie získávané aerobním metabolismem (Dovalil a kol., 2009).



Obrázek 5: Podíl aerobního a anaerobního metabolismu na celkově uvolněné energii E (% kcal) v závislosti na době trvání činnosti (upraveno dle Seliger, V., Choutka, M., 1982)

Pokud je hra nepřerušovaná a plynulá, hra vyžadující spíše vytrvalost, stává se převažujícím zdrojem energetického krytí O<sub>2</sub> systém. Aerobní metabolismus se začíná více uplatňovat přibližně po 60 s submaximálního zatížení a potřebný kyslík je tělu dodáván ze zásob v krvi, svalech a v plicích (obrázek 5). Dobře rozvinutý aerobní systém rovněž zlepšuje rychlost následného zotavení, rychlost regenerace po výkonech. Při hře se tedy využívá převážně ATP-CP a O<sub>2</sub> systém. Vzhledem k těmto fyziologickým aspektům se hokejbal často využívá jako doplňkový sport pro kondiční účely např. pro hráče ledního hokeje v letním období (Jansa, Dovalil a kol., 2009).

<sup>3</sup>[https://cs.wikipedia.org/wiki/Coriho\\_cyklus](https://cs.wikipedia.org/wiki/Coriho_cyklus)

## 2.4 Tělesné složení

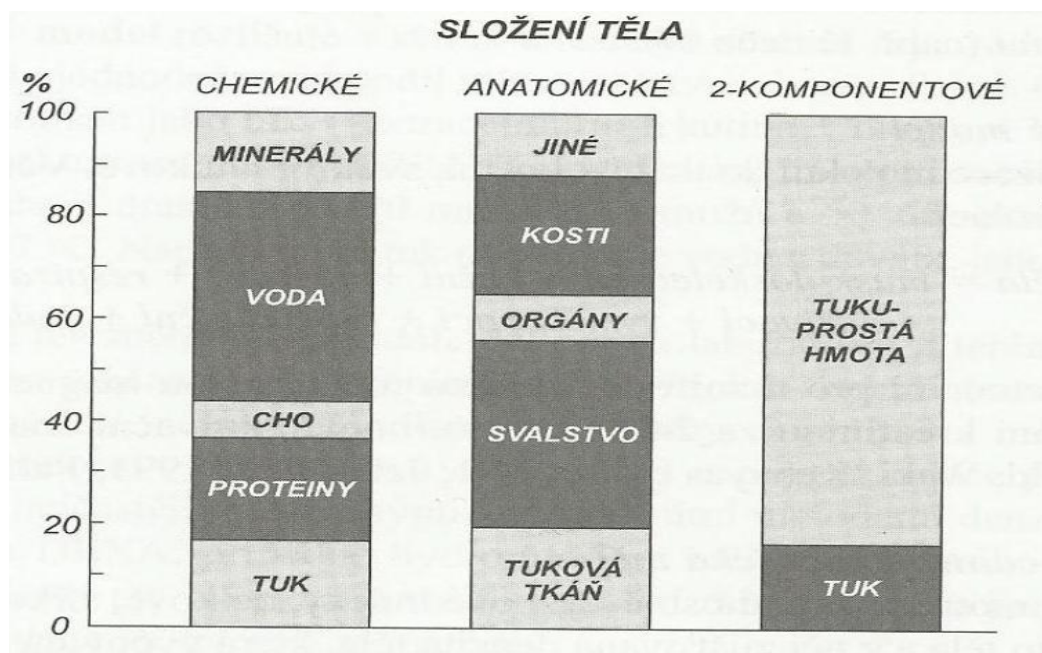
Studie týkající se tělesného složení se zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze, především v období růstu a stárnutí. Dále se zaměřují na změny v důsledku působení tělesné zátěže a sportovního tréninku, změny tělesného složení a různých metabolických onemocnění, klinických syndromů, tělesně postižených klientů nebo klientů s různými psychickými onemocněními. Působení tělesné zátěže na člověka je ze somatického hlediska posuzováno hlavně změnami frakcionace celkové tělesné hmotnosti. Jde hlavně o úbytek tělesného tuku a nárůst svalové hmoty. Úroveň jednotlivých komponent z celkové tělesné hmotnosti vypovídá o aktuálním zdravotním stavu a výživě jedince. Efektivitu pohybového zatížení můžeme monitorovat pravidelným sledováním tělesného složení. Může být také použita 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.

Diagnostika je nezbytný prostředek pro řízení a kontrolu efektu použité intervence. Diagnostiku chápeme jako záměrné vyšetření, jehož předmětem jsou pozorovatelné a měřitelné znaky či projevy sportovce. Diagnostika zahrnuje zjišťování veličin kondičních, herních, antropometrických a biomechanických charakteristik (Dobry, 1988).

Diagnostika může být subjektivní (hodnocení, pocity) a objektivní (přístroje a metody) a můžeme pomocí ní hodnotit morfologické a funkční parametry. A jedním z funkčních parametrů je i stanovení tělesného složení. Tělesné složení a jeho zjišťování nám umožňuje sledovat mnoho parametrů, jako je tělesná zdatnost, výkonnost, nutriční stav jedince a také stupně jeho vývoje v ontogenezi člověka (Pařízková, 1998).

V dnešní moderní době se stanovení tělesného složení hojně využívá hlavně v profesionálním sportu, kde trenéři sledují účinnost tréninkových cyklů a změny, ke kterým dochází v jejich průběhu, protože klasické váhy pouze určí celkovou sumu kilogramů. Hmotnost je ovšem pouze orientační ukazatel, protože nerozlišuje množství tuku, svalů ani vody v těle (Grasgruber, Cacek, 2008).

Pro vyjádření tělesného složení používají dva modely - chemický a anatomický. V chemickém modelu je tělo tvořeno sacharidy, bílkovinami, tukem, vodou a minerály. Tento model nachází využití ve vztahu k energetickým zásobám těla. V anatomickém modelu je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, vnitřními orgány, kostmi a ostatními tkáněmi. A právě anatomický model je využíván v těch případech, kdy se jedná o otázky vlastního tělesného složení. V jiných modelech se zjednodušuje rozdělení pouze na tuk (FM) a tukuprostou hmotu (FFM) (obrázek 6) (Riegerová a kol., 2006).



Obrázek 6: Modely tělesného složení (Riegerová a kol., 2006)

### Tělesný tuk

Tělesný tuk (FM, fat mass) je jednou z hlavních komponent, která nás při měření zajímá, jelikož je ukazatelem nejen tělesné zdatnosti jedince, ale i zdravotního stavu. Jeho množství můžeme regulovat výživou a pohybovou aktivitou. Jedná se tedy o velmi variabilní komponentu tělesné hmotnosti (Kutáč, 2009). Vzniká při nadbytečném příjmu energie z potravy. Je-li celkový příjem energie vyšší než její výdej (pohybová aktivita), dochází k ukládání tuku v těle. Nežádoucí je nadměrné množství tuku (tabulka 3), které působí na naše tělo negativně. Může totiž způsobovat problémy kardiovaskulárního systému nebo vést ke vzniku obezity a cukrovky (Martens, 2012).

Tuk je pro náš organismus však nezbytný. Podílí se na ochranné a zásobní funkci. Obstarává mnoho důležitých funkcí, například pomáhá při regulaci tělesné teploty, zajišťuje ukládání vitamínů (A, D, E, K), chrání klouby a orgány, slouží jako zásobárna energie. Tuk je důležitý pro zdravý vývoj. Bez tuku se ve výsledku naše tělo neobejde.

Nadměrný příjem tuku má však na naše tělo negativní vliv. Může se totiž podílet na problémech kardiovaskulárního systému, nebo vést ke vzniku obezity a cukrovky (Zvonař, Duvač, 2011). S věkem podíl tělesného tuku stoupá. Přesné číslo ideálního procenta tělesného tuku pro jednotlivá pohlaví i věkové kategorie neexistuje. Odborné studie uvádějí vždy poměrně široké rozpětí toho, co je optimální a co už je zdraví ohrožující. Velké množství podkožního tuku (tabulka 3) signalizuje nadváhu nebo obezitu, která, vede ke zdravotním komplikacím. Vztah, kterým se vyznačuje obezita a nadváha, determinuje několik složek. Mezi ně patří odlišný lipidový profil, vysoký krevní tlak a inzulinová rezistence (Riegerová a kol., 2006).

Tabulka 3: Standardy % tuku pro muže (Heyward a Wagner, 2004)

<b>Standardy % tuku</b>	<b>Věk (roky)</b>			
<b>Muži</b>	<b>6-17</b>	<b>18-34</b>	<b>35-55</b>	<b>55+</b>
zdravotní minimum tuku	< 5	< 8	< 10	< 10
podprůměr	5-10	8	10	10
průměr	11-25	13	18	16
nadprůměr	26-31	22	25	23
obezita	> 31	> 22	> 25	> 23

### **Tukoprostá hmota**

Tukoprostá hmota (FFM, fat free mass) je u dospělých tvořena zhruba z 60 % svalstvem, 25 % kostní a vazivovou tkání a 15 % z vnitřních orgánů. Z hlediska sportu se zajímáme hlavně o podíl svalové hmoty na celkové hmotnosti těla (Grasgruber, Cacek, 2008).

K největšímu rozmachu kosterního svalstva dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců a kolem 13. roku u dívek. Největšího rozvoje tukoprosté hmoty dochází mezi 12. a 16. rokem. Vyšších hodnot FFM dosahují lidé více pohybově aktivní, nejvyšších hodnot dosahují vrcholoví sportovci, především v silových sportech.(Riegerová a kol., 2006).

V současné době se využívá koncepce tukoprosté hmoty, kterou definujeme jako celkovou hmotnost tkání minus tělesný tuk (Reigerová a kol., 2006).

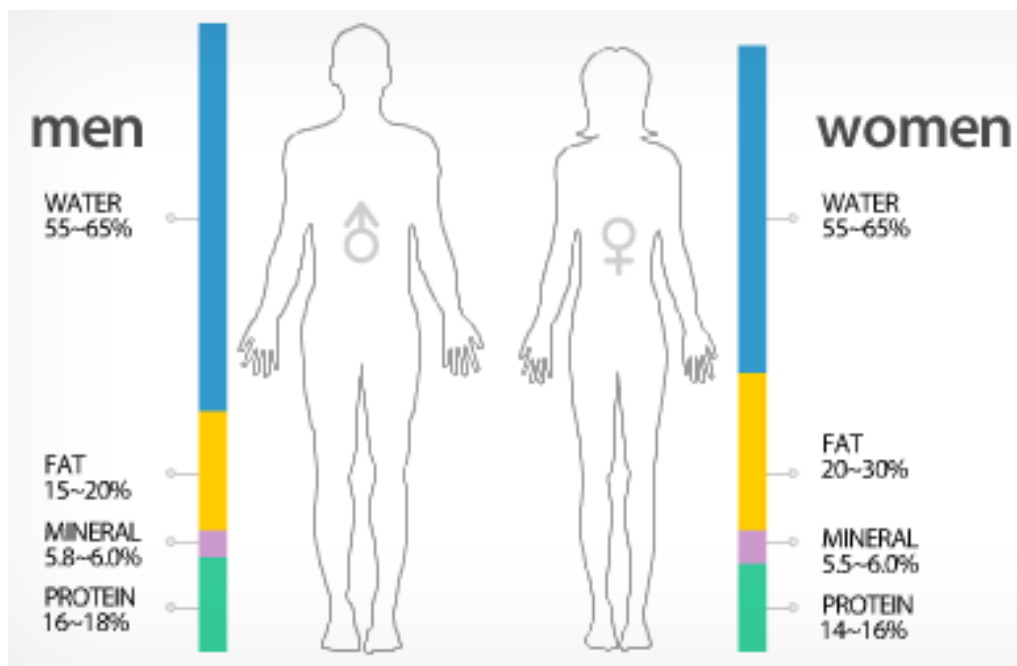
$$Hmotnost = tuk (FM) + tukoprostá hmota (FFM)$$

## Celková tělesná voda

Celková tělesná voda (TBW) je největší komponentou (73 %) tukuprosté hmoty. Je schopná vést elektrický proud, který je základem pro metodu bioelektrické impedance. TBW se dělí na extracelulární vodu (ECW), která tvoří 44 % TBW a intracelulární vodu (ICW), která tvoří zbývajících 29 % TBW. Obsah TBW v těle se mění v závislosti na věku. S narůstajícím věkem se obsah vody v těle postupně snižuje (Kyle et al., 2004).

Podle Rokyty (2008) tvoří mužský intracelulární prostor přibližně 66 % celkové tělesné vody, což představuje 40 % celkové tělesné hmotnosti. Extracelulární prostor zaujímá 33 % celkové tělesné vody, což představuje 20 % celkové tělesné hmotnosti. Ženy mají celkově menší obsah vody v těle, protože mají více tukové tkáně než muži (obrázek 7). Intracelulární tekutinu nalezneme ve všech buňkách těla a extracelulární tekutina omývá tělesné buňky, přivádí živiny a kyslík a odplavuje odpadní látky a také se podílí na udržování homeostázy.

Naše tělo je ze značné části determinováno geneticky. Můžeme ho však do značné míry ovlivnit životním stylem a to hlavně dostatečnou pohybovou aktivitou a správnou výživou. Důležitou roli má též celkový zdravotní stav organismu (Riegerová a kol., 2006).



Obrázek7: Optimální TS zdravých dospělých (<http://www.dantest.com/img/dt/img/bia/BIA2.png>)

### 2.4.1 Rozdělení metod tělesného složení

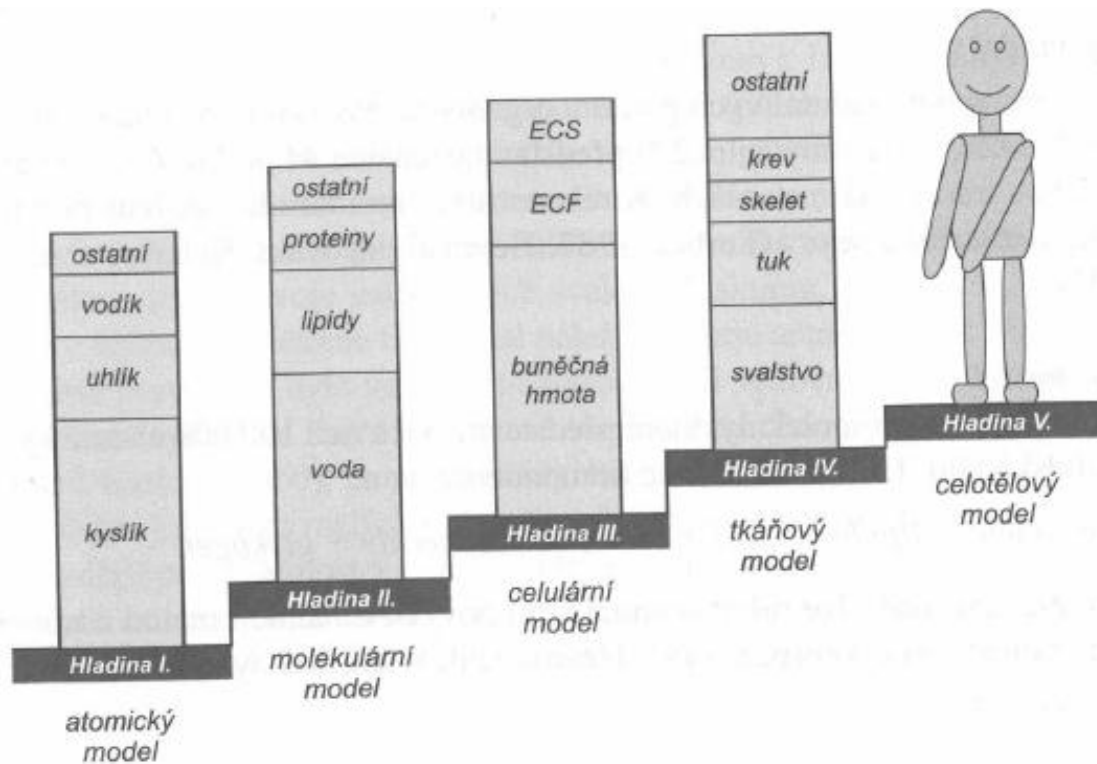
Rozdělení metod pro stanovení tělesného složení dle Pařízkové (1998):

#### 1) Metody přímé

Metody nelze provést na živém organismu, ale až po smrti, protože je zapotřebí pitva.

#### 2) Metody jednou nepřímé (laboratorní)

Velmi přesné a využívají se převážně k určení dvou hlavních komponent - tuku (FM) a tukoprosté hmoty (FFM). Základem měření je určení tělesné denzity, celkové tělesné vody a dalších složek, u kterých se předpokládá určitý vztah mezi naměřenou veličinou a množstvím tuku. Tyto metody jsou však často náročné na organizační možnosti, odbornost obsluhy, technickou vybavenost a jsou poměrně drahé. V současné době sem patří například denzinometrie, DEXA metoda a magnetická rezonance (Kutáč, 2009).



Obrázek 8: Pětistupňový model tělesného složení člověka (Riegerová a kol., 2006)

Mezi metody jednou nepřímé řadíme dle Heymsfielda et al. (2005) (obrázek 8):

### **Atomický model**

Vyjádřený zastoupením jednotlivých chemických prvků v organismu. 98 % tělesné hmotnosti je tvořeno šesti prvky: C, H, N, O, P, Ca a zbývající 2 % představuje dalších 44 prvků. Zjišťování celkového složení prvků se provádí pomocí neutronové aktivační analýzy (Riegerová a kol., 2006).

### **Molekulární model**

11 hlavních chemických prvků spolu vytvářejí molekuly, které vytvářejí přes 100 000 chemických sloučenin. Hlavní sledované parametry:

$$Hmotnost\ těla = lipidy + voda + protein + minerály + glykogen$$

Pro změření celkové tělesné vody se využívá izotopových dilučních metod a pro změření množství minerálu kostí se využívá dual-fotonová absorpce (Riegerová a kol., 2006).

### **Celulární model**

Principem je spojení jednotlivých molekulárních komponent v buňky. V této souvislosti se sleduje pojem extracelulární tekutina (ECT) = plazma + intersticiální tekutina. 94% ECT tvoří voda, zbytek a další organické a neorganické komponenty (Riegerová a kol., 2006).

$$Hmotnost\ těla = buňky\ tukové\ tkáň + BM + ECT + ECPL$$

BM – svalové, pojivové, epiteliální, nervové buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

ECPL – organické a anorganické látky

ECT a plazmatickou tekutinu jde změřit pomocí tzv. izotopových dilučních metod, neutronovou aktivační analýzou (Heymsfield et al., 2005).

### **Tkáňově-systémový model**

Model založený na organizaci molekul do tkání – tuková, svalová a kostní

*Hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + respirační + oběhový +  
zaživací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém*

Používanými metodami pro tento model jsou magnetická rezonance, tomografie, vylučování kreatininu za 24 hodin, neutronová aktivační analýza (Riegerová a kol., 2006).

### **Celotělový model**

Model založený na antropometrii lidského těla. U jedinců se sleduje tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj následně vypočítaná denzity (hustota) těla, ze které lze vyčíst údaje o aktivní tělesné hmotě a depotním (zásobním) tuku (Riegerová a kol., 2006).

V praxi se podle použití různých druhů měřících přístrojů, technik a možností využívá zejména dvou-, tří-, případně čtyřkomponentový model.

### **Dvoukomponentový model lidského těla:**

*Hmotnost = tuk (FM) + tukoprostá hmota (FFM)*

### **Tříkomponentový model lidského těla:**

*Hmotnost = tuk + voda + sušina (proteiny, minerály)*

### **Čtyřkomponentový model lidského těla:**

*Hmotnost = tuk + extracelulární tekutina + buňky + minerály*

Riegerová a kol. (2006) uvádí, že nejpoužívanější model v klinické praxi je model dvoukomponentový, kdy se hmotnost lidského těla rozdělí na dva základní komponenty – tělesný tuk (FM) a tukoprostá hmota (FFM).



### 3) Metody dvakrát nepřímé

tyto metody jsou o něco méně přesné než metody laboratorní, jejich výhoda je ale v dostupnosti, rychlosti a ceně. Řadí se mezi ně BMI, kaliperace, hydrostatické vážení a BIA (bioelektrická impedance). U těchto metod využíváme tzv. predikčních (odhadujících) rovnic (Kutáč, 2009).

#### Antropometrie

Antropometrie (měření tělesných rozměrů) je jednou ze základních metod pro odhad tělesného složení a to celkového nebo rozděleného do jednotlivých segmentů. Dosazením antropometrických ukazatelů (věk, výška, hmotnost, atd.) do predikčních rovnic, můžeme vypočítat relativní rozměry a index, které vyjadřují vzájemný poměr dvou rozměrů, zpravidla udávaný v procentech. V současné době se využívá široké spektrum indexů jako například BMI (body mass index), Quetelet-Bouchardův index, WHR (waist to hip ratio), Erismanův index, Brockův index, a spoustu dalších (tabulka 4) (Malá et al., 2014, Riegerová a kol., 2006).

Výhodami těchto metod je zejména nezatěžování probanda, jsou rychlé a použitelné v terénních podmínkách a v rozsáhlejších studiích. Nevýhodou je, že neumí přesně stanovit množství podkožního a viscerálního tuku.

Tabulka 4: Výpočty vybraných indexů tělesného složení (Malá et al., 2014)

Index	Výpočet
Quetelet- Bouchardův Index	$m * 10 / V$
Kaupův Index	$m * 1000 / V^2$
Rohrerův Index	$m * 10 / V^3$
Pignet- Vervaeck Index	$(m+OH) * 100 / V$
Erismanův Index	$\frac{1}{2} V - OH$
Body mass index	$H / V^2$ (v metrech)
WHR (waist to hip ratio)	$OP / OB$

Vysvětlivky: m – hmotnost těla [kg], V – výška těla [cm], OH – obvod hrudníku [cm],

OP - obvod pasu [cm], OB – obvod boků [cm]

## Kaliperace

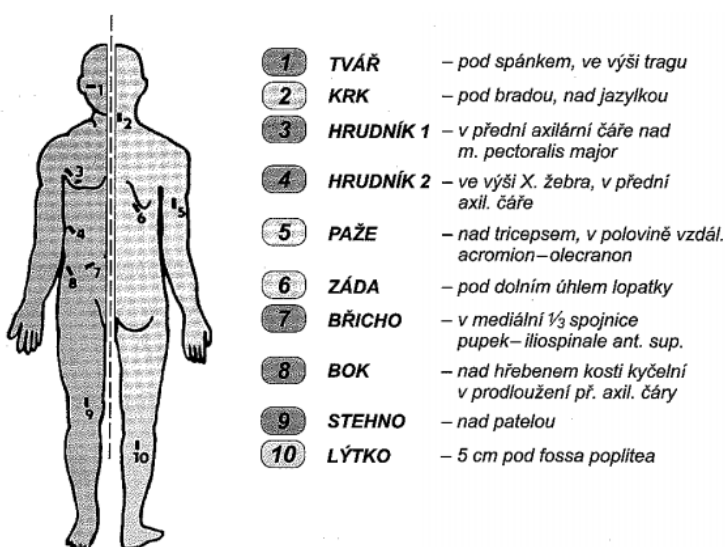
Metoda odhadu tělesného složení z měření tloušťky kožních řas neboli kaliperace, je nejrozšířenější terénní metodou, díky níž lze odhadnout procento podkožního tělesného tuku. Princip tohoto měření vychází z předpokladu, že asi 50% celkového tělesného tuku je uloženo v podkoží (Havličková a kol., 2003).

Existuje několik metod kaliperace, několik druhů kaliperů a tím pádem i mnoho odvozených vzorců, které se liší například podle druhu použitého kaliperu, podle počtu měřených kožních řas, podle věku atd. (Havličková a kol., 2006).

Odhad podílu tuku na základě tloušťky kožních řas (podkožního tuku) je založen na dvou základních předpokladech (Riegerová a kol., 2006):

1. tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku.
2. místa, zvolená pro měření tloušťky kožních řas, reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy

U nás se nejvíce využívá metoda podle Pařízkové z roku 1967, která je založena na součtu deseti kožních řas (obrázek 9), které změříme pomocí kaliperu typu Best (obrázek 10) a následně dosadíme do připravené regresní rovnice (tabulka 5).



Obrázek 9: Místa měření 10 kožních řas



Obrázek 10: Kaliper typu Best <sup>4</sup>

<sup>4</sup><http://www.anthropometricinstruments.com/images/1000x0/produkty/7/kaliper-best-ii-k-501.jpg>

Tabulka 5: Výpočet procenta podkožního tuku pro kaliper typu Best

Pohlaví	Věk	Rovnice
Chlapci	9-12	$y = 1,180 - 0,069 \cdot \log x$
Dívky	9-12	$y = 1,160 - 0,061 \cdot \log x$
Chlapci	13-16	$y = 1,205 - 0,780 \cdot \log x$
Dívky	13-16	$y = 1,205 - 0,780 \cdot \log x$
Muži	17-45	$T = 28,96 \log x - 41,27$
Ženy	17-45	$T = 35,572 \log x - 61,25$

Vysvětlivky: T - tělesný tuk [%], x - součet deseti kožních řas [mm], y – denzita

$$T = \left( \frac{4,201}{y} - 3,813 \right) \cdot 100$$

Tukoprostou hmotu (FFM) vypočteme na základě předchozích vzorců následovně (Riegerová, 1993):

$$\% \text{ FFM} = 100 - T$$

$$\text{FM [kg]} = \frac{\text{tělesná hmotnost} \cdot T}{100}$$

$$\text{kg FFM} = \text{tělesná hmotnost} - \text{FM [kg]}$$

Existuje celá řada dalších typů regresních rovnic, které se používají zejména v zahraničí a často vycházejí z menšího počtu naměřených kožních řas hlavně v horní polovině těla a neumějí tudíž odhadnout množství tuku na dolních končetinách. Jednotlivé metody měření tak vykazují jiné výsledky než ostatní (tabulka 6).

Tabulka 6: Procento tuku změřené pomocí různých metod (upraveno dle <http://www.sport-fitness-advisor.com/bodyfatcalipers.html>)

Procento tuku změřené pomocí různých metod				
Metoda	Pařízková	Jackson et al. (1978)	Jackson et al. (1978)	Durnin et al. (1974)
Kožních řas	10	3	7	4
Tuk [%]	10,1	3,6	3,7	9,6

## **Bioelektrická impedance - BIA**

K určování procenta tělesného tuku se v poslední době využívá této metody. Jedná se o neinvazivní, relativně levnou, terénní a bezpečnou metodu. Princip metody spočívá v tom, že tukuprostá hmota (FFM) obsahuje vysoký procento vody a elektrolytů a ty jsou dobrým vodičem proudu, zatímco tuková tkáň (FM) působí jako izolátor a špatný vodič. Obecně můžeme říci, že metoda měření BIA odhaduje objemy tekutin v lidském těle, ze kterých jsou následně pomocí predikčních rovnic (sestaveny dle výšky, pohlaví, věku atd.) počítány další proměnné (Havlíčková a kol., 2003, Bunc, 2007).

Základní proměnou, kterou BIA vyhodnocuje je celkové množství vody (TBW). Rozdilem celkové hmotnosti a hmotnosti tělesného tuku vypočteme tukuprostou hmotu pomocí následující rovnice (Bunc, 2007).

$$FFM = TBW * 0,732^{-1}$$

*Hodnota 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci FFM u dospělých jedinců. Toto je „nejslabší“ místo BIA metod. U dětí je vyšší hydratace tukuprosté hmoty. Podíl objemu extracelulární (ECW) na celkové tělesné vodě (TBW) s vyšším věkem klesá, intracelulární voda (ICW) naopak s vyšším věkem na objemu nabývá (Bunc, 2007, Riegerová a kol., 2006).*

Metoda bioelektrické impedance využívá dvou technologií:

- monofrekvenční
- multifrekvenční

Monofrekvenční metoda využívá šíření střídavého proudu nízké intenzity o frekvenci 50 kHz a získáme z ní odhad množství tělesného tuku (FM), tukuprosté hmoty (FFM) a celkové tělesné vody (TBW) o frekvenci 50 kHz (Riegerová a kol., 2006).

V současnosti se využívají spíše multifrekvenční přístroje BIA. Na základě několika různých frekvencí proudu intenzity biologickými strukturami při využití většího počtu frekvencí od 0 do cca 100 kHz vyhodnocuje hodnoty tukuprosté hmoty (FFM), buněčné hmoty (BCM), celkové tělesné vody (TBW), intracelulárních tekutin (ICW) a extracelulárních tekutin (ECW). Proud o nízké frekvenci cca 1 - 5 kHz neproniká do

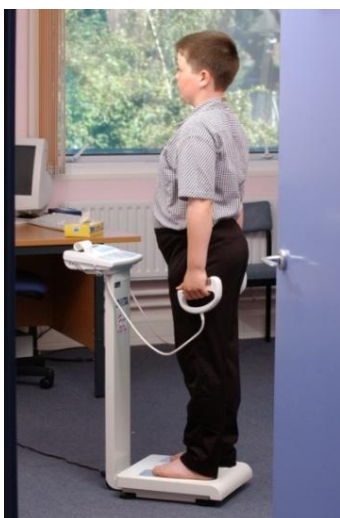
intracelulárního prostoru, lze jím tak měřit hodnoty pouze extracelulární tekutiny (ECW) a naopak proud o vysoké frekvenci cca 50 - 100 kHz proniká přes buněčnou membránu do buňky a lze jím tak měřit hodnoty celkové tělesné vody (TBW).

Nevýhodou metody BIA je naměření různých výsledků, což se odvíjí podle použité regresivní rovnice a podmínek, za kterých je měření prováděno. Z výše uvedených důvodů doporučuje Riegerová a kol. (2006) dodržovat následující:

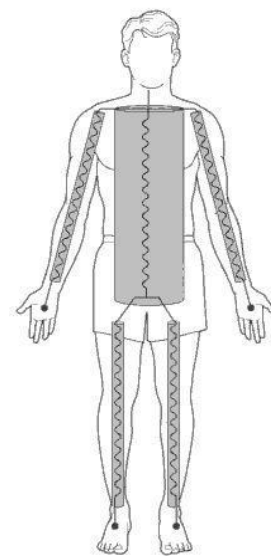
- Nejíst a nepít před měřením.
- Necvičit po dobu 12 hodin před měřením.
- Nepít alkohol po dobu 24 hodin před měřením.
- Vyprázdnit močový měchýř před měřením a opětovná hydratace organismu pomocí neslazené tekutiny

### **Bioimpedační přístroje pro stanovení tělesného složení**

Metoda BIA má dnes velmi široké využití v oblasti sportu a zdraví obecně. Existuje celá řada přístrojů založených na tomto principu. Nejpresnějšími přístroji jsou tzv. tetrapolární přístroje (využívají tetrapolární konfiguraci elektrod), které mají dvě elektrody umístěné na dolní končetině a dvě na horní končetině když jedinec leží, nebo se měření provádí ve stoje (obrázek 11) za pomoci šíření elektrického proudu do těla prostřednictvím styčných ploch na chodidlech a dlaních.

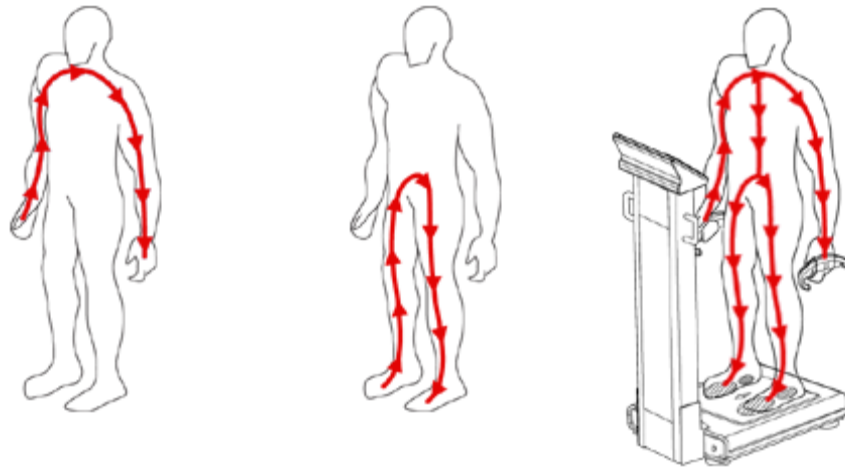


Obrázek 11: Ukázka měření na přístroji TANITA



Obrázek 12: Tělo rozděleno na jednotlivé segmenty (Heyward a Wagner, 2004)

Mimo tetrapolárních přístrojů se ještě využívají tzv. bipolární (ruční) nebo bipedální (nožní) přístroje. Oproti tetrapolárním přístrojům jsou méně přesné, kvůli omezení šíření elektrického proudu pouze horní nebo dolní polovinou těla (Obrázek 13) (Riegerová a kol., 2006).



Obrázek 13: Ukázka šíření proudu – bipolární, bipedální a tetrapolární přístroje

### **Bipolární přístroje**

Měření impedance probíhá pouze v horní polovině těla a výsledky měření jsou ovlivněny typem obezity a zadávanými údaji. Bipolární přístroj držíme v rukách a snímací elektrody jsou na dlaních. Nejznámějším zástupcem je Omron (Obrázek 14).



Obrázek 14: Bipolární přístroj Omron

### **Bipedální přístroje**

Měření impedance probíhá pouze v dolní polovině těla a výsledky měření jsou ovlivněny typem obezity, stejně jako u bipolárních. Snímací elektrody jsou na ploskách nohou. Typickými zástupci jsou osobní váhy Tanita, Sencor, Beurer, Medisana nebo Omron (Obrázek 15).



Obrázek 15: Bipedální přístroj Tanita

### **Tetrapolární konfigurace elektrod**

V naší diplomové práci využijeme pro stanovení tělesného složení přístroj Tanita BC 418 MA. Jedná se o osobní digitální váhu, která spadá do kategorie monofrekvenční bioelektrické impedance (50 kHz). K měření využívá celkem osm polárních elektrod. Elektrody jsou umístěny tak, že elektrický proud vstupuje do organismu přes špičky prstů u obou DK a prstů obou HK. Napětí je měřeno na patách DK a dlaních HK. Tanita BC 418 MA měří celkovou hmotnost, procento tělesného tuku (FM), hmotnost tělesného tuku, množství tukuprosté hmoty (FFM), podíl tělesné vody (TBW) a body mass index (BMI). Díky monofrekvenční technologii umožňuje přístroj měření pouze extracelulární vody (ECW). Přístroj umožňuje také segmentové měření, což je technologie, kde je lidské tělo představováno pomocí pěti válců – končetiny a trup a impedance segmentů je měřena samostatně. Analýza segmentového složení poskytuje informace o tělesné vodě a tukuprosté hmotě. Analýza je velmi přesná, protože naměřená hodnota určitého segmentu neovlivňuje segmenty ostatní.

Pokud měříme množství tělesné vody za předpokladu, že tělo je jen jeden jednoduchý válec, poskytuje takový postup vysokou pravděpodobnost chybného výsledku. Rozdělení tělesné hmoty a charakteristiky metabolismu se liší u nohou a trupu a nelze je zjistit pomocí jednoduché frekvence, protože takové měření je zatíženo výskytem chyby. Přístroj Tanita rozděluje tělo do pěti různých válců - na ruce, nohy a trup a počítá impedanci každé této části zvlášť. Lidské tělo si tak můžeme představit jako pět trubic (obrázek 12): dvě dolní končetiny, dvě horní končetiny a trup. Samotné měření je rychlé a trvá zhruba půl minuty. Postoj na přístroji by měl být uvolněný. HK se nesmí dotýkat trupu. Doporučené podmínky měření a doporučené chování testovaných osob před měřením nalezneme v manuálu výrobce<sup>5</sup>



Obrázek 16: Tanita BC 418 MA (upraveno podle [www.tanita.com](http://www.tanita.com))

---

<sup>5</sup><http://tanita.eu/media/wysiwyg/manuals/medical-approved-body-composition-monitors/mc-418-instruction-manual.pdf>



## **Segmentální analýza**

Segmentální analýza nám umožňuje odhalit rozložení svalové hmoty na jednotlivých segmentech (dvě nohy, dvě ruce a jeden trup) a tím pádem odhalí a dokáže posoudit svalové dysbalance způsobené jednostrannou zátěží, která je pro hokejbal typická.

Svalová dysbalance vzniká nejčastěji objevením zkrácených svalů a jejich reflexně oslabených antagonistů. Svalovou dysbalanci můžeme dle Dovalila a kol. (2009) rozdělit:

- horní zkřížený syndrom v oblasti horních končetin
- dolní zkřížený syndrom v oblasti dolních končetin
- vrstvý syndrom

Horní zkřížený syndrom vzniká kombinací oslabených dolních fixátorů lopatky, hlubokých flexorů krku a zkrácených prsních svalů, horních fixátorů lopatky a extenzorů šíje. Následkem toho vzniká zvýšené napětí v oblasti šíje, předsunuté držení hlavy s prohloubením krční lordózy, protrakce ramen a zvětšená hrudní kyfóza. Narušený je stereotyp flexe krku a abdukce v ramenním kloubu. Svalová nerovnováha se může projevit vadným držením těla.

Dolní zkřížený syndrom vzniká oslabením hýžd'ových a břišních svalů. Zkracují se flexory kyčle, extenzory bederní páteře a čtyřhranný sval bederní. Projevuje se narušením stereotypu flexe trupu, anteverzí pánve, prohloubením bederní lordózy a následnými bolestmi v bederní oblasti páteře. Svalová dysbalance v oblasti dolních končetin je charakteristická zkrácením především ohybačů kolenního kloubu, čtyřhlavého svalu stehenního (krátká hlava), trojhlavého svalu lýtkového a svalů na přední a boční straně bérce. Také bývá zkrácen napínač stehenní povázky a přitahovače stehna.

Svalová dysbalance v rámci vrstvého syndromu je charakteristická střídáním svalové hypotonie a hypertonie. Při pohledu na lidské tělo z boku odspodu - na zadní části nejdříve pozorujeme hypertrofické ohybače kolen, ochablé hýžd'ové svaly, málo vyvinuté bederní vzpřimovače trupu, hypertrofické hrudní vzpřimovače, ochablé mezilopatkové svaly a hypertrofické tuhé horní fixátory ramenního pletence. Na přední ploše těla vystupuje dolní část ochablých přímých břišních svalů.

Prevenčí jednostranného zatížení jsou kompenzační cvičení. V tréninku je provádí většina sportovců a jsou proto nedílnou součástí každého kvalitního tréninku. Napomáhají zvyšovat nejen sportovní výkon a jeho kvalitu, ale také předcházejí jednostrannému přetěžování organismu. Jejich hlavním úkolem je korigovat svalovou nerovnováhu nebo ji předcházet a tak zabraňovat nefyziologickým změnám v hybných stereotypech. Zařazování vybraných kompenzačních cviků v tréninku může zabránit vzniku bolestivých funkčních a později i strukturálních poruch pohybového ústrojí. Není-li tomu tak, dochází k opakovaným zraněním a snižování růstu sportovní výkonnosti jedince s předčasným zanecháním kariéry. Kontrolu a korekci zapojování odpovídajících svalových skupin do pohybových programů provádíme v rámci tréninku především ve všeobecné průpravné části tréninkové jednotky, kam zařazujeme cviky uvolňovací a cviky zaměřené na posturální funkce. Speciální rozcvičení je zaměřené na přípravu organismu na konkrétní sportovní výkon. Obsahuje účelová protahovací cvičení, která jsou na začátku zaměřená na tonické svalové skupiny, jsou intenzivnější, v závěru tréninku mají účinek tlumiví a provádí se delší dobu (Bursová, 2005).

## 2.4.2 Srovnání metod pro stanovení tělesného složení

Tabulka 7: Srovnání metod měření tělesného složení (Armstrong a Welsman, 1997)

Metoda	Výhody	Nevýhody
Měření tloušťky kožních řas	Levná, jednoduchá administrativa	Chyba měřící osoby, regresní rovnice pro přepočítání na % FM nejsou vhodné pro mladistvé
Body mass index (BMI)	Levná, neinvazivní technika užitečná při určení dospívajícího růstu	Neumí stanovit množství tělesného tuku
Poměr pás-kyčel (WHR)	Koreluje s metabolickými nemocemi	Neumí přesně předpovědět vnitřní zásoby tuku
Bioelektrická impedance	Neinvazivní, prokázána validita (platnost) u dospělých	Nedostatečná validita při testování mladistvých, vyžaduje pečlivé zhodnocení stravy a pohybu
Denzitometrie (podvodní vážení)	Považována za „zlatý standard“ měření u dospělých	Pro mladistvé může být obtížný dostatečný ponor, hormonální změny mohou bránit přesnému odhadu denzity těla
Počítačová tomografie (CT)	Měří zásoby viscerálního tuku	Vystavení radiace mladistvým
Magnetická rezonance (MRI)	Neinvazivní, měří viscerální tuk	Velmi nákladné pro pravidelné použití

Metody laboratorní jsou velice přesné. Vysoká pořizovací i provozní cena přístrojů, náročnost na prostor, časová náročnost, složitější obsluha a nemožnost provádět terénní měření však brání širokému využití v praxi (Riegerová a kol., 2006).

Pro stanovení TS se proto častěji využívají metody jednodušší, levnější a rychlejší, které jsou však také méně přesné a také se navzájem liší spolehlivostí naměřených výsledků.

Obecně se nedoporučuje kombinovat různé metody stanovení tělesného složení mezi sebou. Každá metoda totiž dojde k trochu jiným výsledkům a celkové zhodnocení by tak nemuselo odrážet skutečnost. Dostupné studie však mezi jednotlivými metodami nenalezly signifikantní rozdíl.<sup>678</sup> Ve výzkumu provádíme měření pouze pomocí BIA.

<sup>6</sup>[http://anthropology.cz/ca/63-2/63-2\\_19-26\\_Kutac\\_P.pdf](http://anthropology.cz/ca/63-2/63-2_19-26_Kutac_P.pdf)

<sup>7</sup><http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2012-3-06-full.pdf>

<sup>8</sup><http://www.telesnakultura.upol.cz/pdfs/tek/2015/02/04.pdf>

## 2.5 Shrnutí

Hokejbal řadíme svým projevem mezi kolektivní sporty, pro který je charakteristický intervalový, přerušovaný typ zatížení, které od hráčů vyžaduje široké spektrum motorických dovedností, rychlý postřeh, schopnost co nejrychleji reagovat na danou situaci a vysokou úroveň celkové tělesné zdatnosti. Dominantním systémem energetického krytí je při zápasech převážně ATP-CP a O<sub>2</sub> systém.

Morfologické předpoklady (z velké části dané geneticky) ovlivňují úspěšnost v daném druhu tělesných cvičení a sportu. Somatotyp umožňuje přesnější hodnocení tělesného složení a morfologicko – funkčních dispozic než procento tělesného tuku a tukuprosté hmoty. Obecně se jako dobrý somatický předpoklad k motorickým výkonům jeví somatotyp ektomorfních mezomorfů s převažující mezomorfní komponentou a minimální endomorfii. Somatotyp automaticky neznamena úspěšnost sportovce, nicméně se zdá, že bez odpovídající stavby těla se nemůže příslušný jedinec zařadit mezi výkonnostně nejlepší.

Jednou z diagnostických metod morfologických parametrů je stanovení tělesného složení. Tělesné složení je velmi silně geneticky podmíněné, zároveň je však ovlivňováno vedlejšími faktory, které na lidský organismus působí. Jedná se především o výživu a velmi podstatnou roli hraje taktéž životní styl daného jedince. Jednou z metod, jak zjistit stav tělesného složení potažmo množství tělesného tuku, je bioimpedanční analýza. Tato metoda má mnoho výhod oproti jiným metodám, protože je bezpečná, levná, přenosná, jednoduchá na manipulaci a vyžaduje minimum tréninku k jejímu ovládní.

V práci jsme využili také segmentální analýzu lidského těla, která umožňuje rozdělení těla na pět válců (tělo a čtyři končetiny), u nichž je impedance měřena samostatně. Přístroj odhaduje množství FM a FFM na obou horních končetinách, obou dolních končetinách a trupu. Díky segmentální analýze je možné odhalit rozložení svalové hmoty na jednotlivých segmentech a tím pádem odhalit a dokázat posoudit svalové dysbalance způsobené jednostrannou zátěží.

## **3 CÍLE PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY**

### **3.1 Cíl práce**

Hlavním cílem této práce je pomocí bioimpedační analýzy stanovit tělesné složení hokejbalových hráčů ve věku 15-18 let a analyzovat rozdíly mezi věkovými skupinami v zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty.

### **3.2 Hypotézy práce**

H1: Tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru relativního zastoupení tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) není závislé na věku.

H2: Tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru absolutního zastoupení tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) je závislé na věku.

### **3.3 Úkoly práce**

- Prostudovat dostupnou odbornou literaturu
- Vybrat skupiny k testování
- Aplikovat měření ve zvoleném období
- Statisticky zpracovat výsledky
- Napsat závěrečnou práci

## 4 METODIKA PRÁCE

### 4.1 Charakteristika souboru

Měření se zúčastnilo celkem 101 hokejbalových hráčů, kteří nastupují v extralize mladšího nebo staršího dorostu. Průměrný věk všech hráčů byl 16,60 let ( $S_D$  1,1 roku). Průměrnou výšku hráčů jsme naměřili 177,01 cm ( $S_D$  6,56 cm) a průměrnou hmotnost 71,06 kg ( $S_D$  6,91 kg). Hráče jsme následně rozdělili do skupin podle dosaženého věku. Četnost hráčů v jednotlivých věkových kategoriích je uvedena v tabulce 8. Testování se zúčastnili pouze chlapci a hráči z pole, nikoliv brankáři.

Tabulka 8: Četnost testovaných hokejbalistů

Četnost hráčů	
Věk (roky)	Počet
15	21
16	25
17	28
18	27
$\Sigma$	<b>101</b>

### 4.2 Použité metody

#### Tělesná výška

Tělesnou výšku jsme měřili pomocí posuvného antropometrického měřidla P 375. Hráč stál u zdi opřený o lopatky, hýždě a paty. Měření probíhalo s přesností na 1 cm

#### Hmotnost těla

Hmotnost těla jsme měřili pomocí bioimpedačního přístroje Tanita BC 418 MA s přesností na 1 kg. Hráči se vážili pouze ve spodním prádle.

#### Tělesné složení

Ke stanovení tělesného složení hráčů jsme také použili bioimpedační přístroj Tanita BC 418 MA a nastavili jsme ho na sportovní mód athletic.

### 4.3 Sběr dat

Antropometrická měření i měření pro stanovení tělesného složení probíhalo v jeden den v únoru na přípravném mládežnickém hokejbalovém turnaji. Účast na testování byla pro hráče dobrovolná. Získaná data jsme ihned zapisovali do tabulkového procesoru MS Excel. Na měření dohlíželi, a také ho sami prováděli, odborníci z praxe, kteří mají s testováním několikaleté zkušenosti.

### 4.4 Analýza dat

Data, která jsme naměřili pomocí antropometrického šetření, jsme následně zpracovali obvyklými statistickými postupy. Veškeré výpočty probíhaly v programu MS Excel. Jedná se o funkce aritmetický průměr, který nám ukazuje průměrnou hodnotu testovaného souboru. Dále směrodatná odchylka, která stanovuje průměr odchylek od aritmetického průměru a dále výpočty který také umožňují analyzovat rozdíly mezi věkovými skupinami. Pro ověření statistických hypotéz byla použita jednofaktorová analýza variance ANOVA na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  %. Pro určení statistické významnosti rozdílů mezi věkovými kategoriemi jsme využili Scheffého post-hoc test. V kapitole segmentální analýza nejsou vzhledem k přehlednosti práce uváděny statistické výpočty u každé kategorie, ale jsou uvedeny v přílohách této práce.

Kvůli zpracování dat v Excelu musíme mít na paměti, že se výsledky podle srovnání F s F krtit musí shodovat s výsledky získanými srovnáním pravděpodobnosti p a  $\alpha$ .

- $F < F_{krtit}$  a zároveň hodnota  $p > \alpha = H_0$
- $F > F_{krtit}$  a zároveň hodnota  $p < \alpha = H_1$  - nulovou hypotézu nezamítáme  
(alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních)

Vedle statistické významnosti je nutné zmínit ještě tzv. věcnou významnost. Věcná významnost výsledku znamená, že naměřený rozdíl či zjištěná souvislost je důležitá pro vědecké poznání či praktické účely. Na rozdíl od statistické významnosti, která zjišťuje, zda nalezený výsledek je zobecnitelný (tj. zda není způsobený náhodou ovlivňující výběr jednotek či experimentálních podmínek), nám věcná významnost sděluje, zda o výsledku má vůbec smysl hovořit a zda má praktické důsledky. K tomu, abychom

zjistili, zda je výsledek věcně významný, a pokud ano, pak nakolik, je třeba mít určité ukazatele, míry věcné významnosti.

Postup výpočtu věcné významnosti (effectsize) - máme k dispozici minimálně tři dostupné nástroje (Blahuš, 2000)<sup>9</sup>:

1. Statistickou významnost na určené hladině významnosti
2. Logický úsudek, kdy předem stanovíme minimální hodnotu velikosti v jednotkách měření
3. Stanovení procenta velikosti účinku „effectsize“

Hladina věcné významnosti („sizeofeffect“) může být posouzena pomocí Cohenova koeficientu účinku **d**, který uvádí relativní změnu průměrů proměnné vzhledem ke směrodatné odchylce měření ve skupině. Cohenův koeficient se vypočítá následovně:

$$d = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{n_1 \cdot SD_1^2 + n_2 \cdot SD_2^2}{n_1 + n_2}}}$$

x – hodnota měření, n – počet měření,  $S_D$  – směrodatná odchylka

Jednou z hlavních výhod koeficientu je jeho nezávislost na rozsahu výběru. Platí pro něj konvenční hodnoty, jež usnadňují rozhodnutí, kdy lze hovořit o velkém efektu.

$d > 0,8$  – velký efekt

$d = 0,5 - 0,8$  – střední efekt

$d < 0,2$  – malý efekt

---

<sup>9</sup>[web.ftvs.cuni.cz/hendl/metodologie/podklady/statist-vyznamn.doc](http://web.ftvs.cuni.cz/hendl/metodologie/podklady/statist-vyznamn.doc)



## 5 VÝSLEDKY

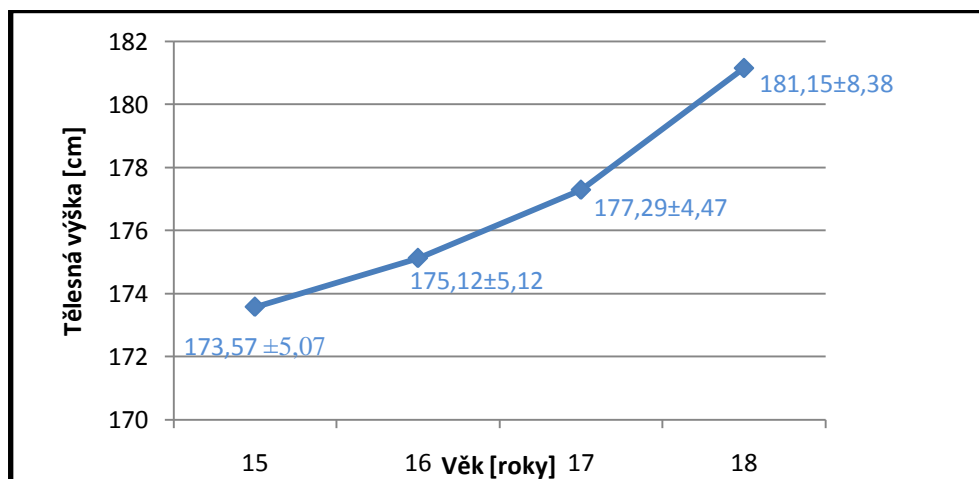
### 5.1 Tělesná výška, hmotnost a BMI

Průměrná hodnota a směrodatná odchylka vybraných antropometrických parametrů (tělesné výška, hmotnost a BMI) naměřených u jednotlivých extraligových hráčů a jejich následné rozdělení do patřičných věkových kategorií jsou podrobně uvedeny v příloze 3.

Nyní každý vybraný antropometrický parametr zaneseme do grafu, který nám ukáže jak průměrně velký je roční přírůstek. Následně zjistíme pomocí jednofaktorové analýzy ANOVA zdali se mezi věkovými skupinami vyskytuje statisticky významný rozdíl. Pokud statisticky významný rozdíl mezi skupinami objevíme, provedeme Scheffého metodu mnohonásobného porovnávání k určení, zda se mezi jednotlivými věkovými skupinami hráčů nalézají signifikantní rozdíly a pokud nalézají, tak mezi kterými konkrétně.

#### Tělesná výška

Průměrnou tělesnou výšku u sledovaného souboru všech ( $n=101$ ) hráčů jsme naměřili 177,01 cm ( $S_D$  6,56 cm). Nejvyšší naměřenou hodnotu (201 cm) jsme změřili u 18letých hokejbalistů, naopak nejnižší hodnotu (163 cm) byla u hokejbalistů 15letých. Maximální výškový rozdíl v jedné věkové skupině byl naměřen u 18letých hráčů – 32 cm (minimum – 169 cm, maximum 201 cm). Nejvyšší nárůst průměrné tělesné výšky hráčů (3,86 cm) byl zaznamenán mezi 17. a 18. rokem (obrázek 17).



Obrázek 17: Průměrné hodnoty tělesné výšky testovaných hokejbalistů

## ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	802,09	3,00	267,36	7,40	0,0002	2,70
Všechny výběry	3506,90	97,00	36,15			
Celkem	4308,99	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě tělesné výšky existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 10).

Tabulka 10: Scheffého test mnohonásobného porovnání

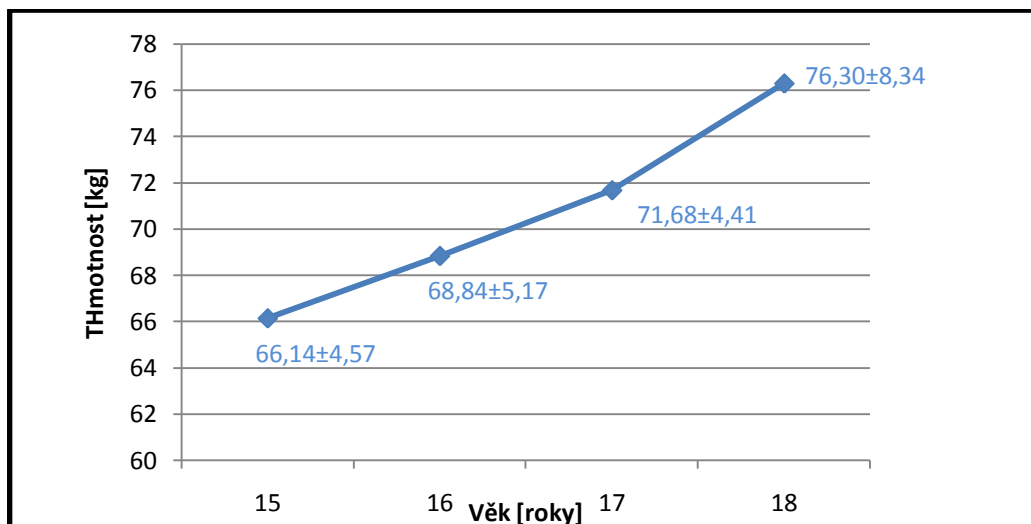
Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	0,87	2,14	4,33
16	0,87	0,00	1,31	3,61
17	2,14	1,31	0,00	2,38
18	4,33	3,61	2,38	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 10 je patrné, že nebyl nalezen statisticky významný rozdíl u žádné z porovnaných věkových skupin 15 a 16 let, 16 a 17 let, 17 a 18 let na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

## Hmotnost

Průměrné hodnoty hmotnosti hráčů se zvyšovaly srovnatelně s věkem, přičemž maximální hodnota byla zjištěna u věkové kategorie 18letých (76,30 kg). Průměrný nárůst tělesné hmotnosti byl 3,39 kg za jeden rok. Celková průměrná tělesná hmotnost všech hokejbalistů, kteří se zúčastnili měření ( $n=101$ ) byla 71,06 kg ( $S_D$  6,91 kg). Největší hmotnostní rozdíl 24 kg byl mezi 18letými hráči (min – 68 kg, max – 92 kg). Mezi skupinami 17 a 18 let byl nalezen průměrný nárůst hmotnosti o 4,62 kg (obrázek 18).



Obrázek 18: Průměrné hodnoty hmotnosti testovaných hokejbalistů

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1381,98	3,00	460,66	13,17	0,0000003	2,70
Všechny výběry	3393,67	97,00	34,99			
Celkem	4775,64	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě hmotnosti existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 11).

Tabulka 11: Scheffého test mnohonásobného porovnání

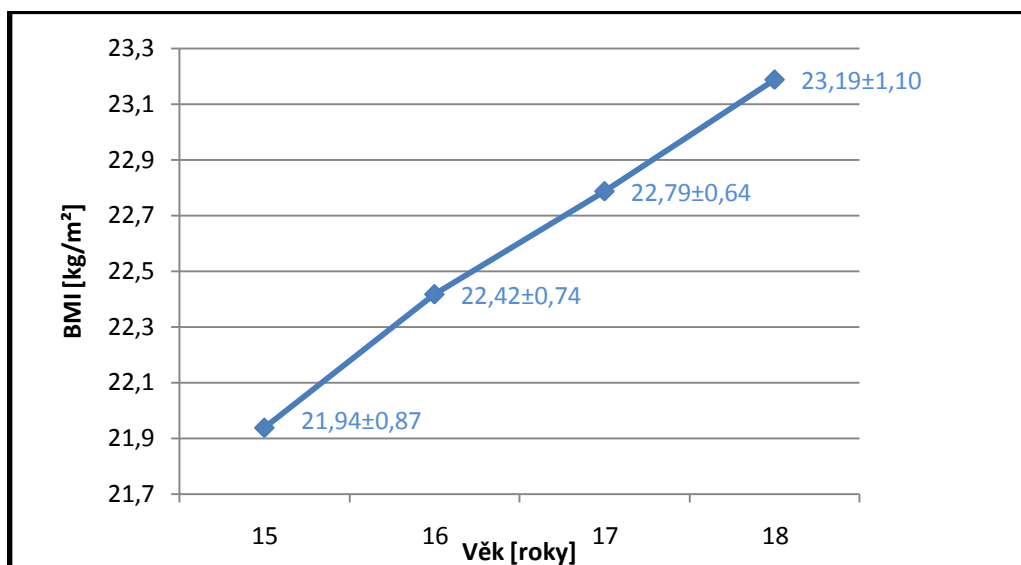
Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,54	3,24	5,90
16	1,54	0,00	1,74	4,54
17	3,24	1,74	0,00	2,89
18	5,90	4,54	2,89	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 11 je patrné, že byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 17 a 18 let, na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

## BMI

Průměrnou hodnotu BMI u sledovaného souboru hokejbalistů jsme vypočítali na hodnotu 22,63 kg/m<sup>2</sup> (S<sub>D</sub> 0,96 kg/m<sup>2</sup>). Nejvyšší hodnota BMI byla 25,46 kg/m<sup>2</sup> u 18letého hokejbalisty, nejnižší hodnota 20,31 kg/m<sup>2</sup> patřila 15letému hráči. Maximální rozdíl jsme zjistili u věkové skupiny 15 let - 2,74 kg/m<sup>2</sup> (min – 20,76 kg/m<sup>2</sup>, max – 23,6 kg/m<sup>2</sup>). Obrázek 19 zobrazuje průměrné hodnoty BMI sledovaných skupin hokejbalistů.



Obrázek 19: Průměrné hodnoty BMI testovaných hokejbalistů

## ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	20,27	3,00	6,76	9,24	0,00	2,70
Všechny výběry	70,96	97,00	0,73			
Celkem	91,23	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě BMI existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 12).

Tabulka 12: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,89	3,44	5,02
16	1,89	0,00	1,57	3,25
17	3,44	1,57	0,00	1,74
18	5,02	3,25	1,74	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 12 je patrné, že nebyl nalezen statisticky významný rozdíl u žádné z porovnaných věkových skupin 15 a 16 let, 16 a 17 let, 17 a 18 let na hladině významnosti  $p < 0,05$  a hodnota BMI tedy není závislá na věku.

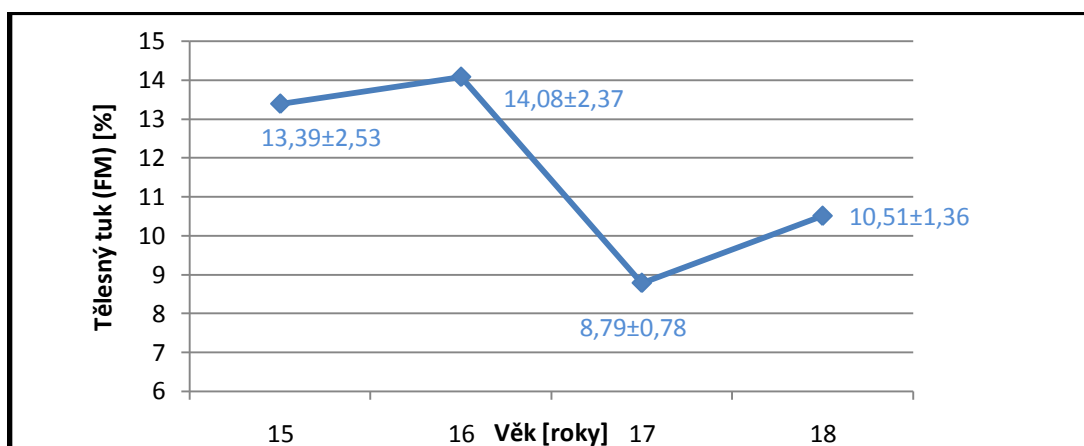
## 5.2 Tělesné složení

Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka tělesného tuku (FM), tukuprosté hmoty (FFM) a celkové tělesné vody (TBW) jednotlivých hráčů a následné rozdělení do patřičných věkových kategorií jsou podrobně uvedeny v příloze 4.

Postup bude stejný jako u předchozích výpočtů, to znamená, že vybraný parametr zaneseme do grafu, který nám ukáže průměrnou velikost ročních přírůstků. Následně zjistíme pomocí analýzy ANOVA, zdali se mezi skupinami vyskytuje statisticky významný rozdíl. Pokud rozdíl objevíme, provedeme Scheffého metodu mnohonásobného porovnávání k určení, zda se mezi jednotlivými skupinami hráčů nalézá i signifikantní rozdíl a pokud nalézá, tak mezi kterými kategoriemi konkrétně.

### Tělesný tuk (FM)

Průměrné množství tělesného tuku FM u sledovaného souboru všech ( $n=101$ ) hráčů jsme naměřili 8,18 kg ( $S_D$  2,13 kg), to odpovídá 12,9 % jejich tělesné hmotnosti. Dle rozdělení FM (%) jak je uvedeno v tabulce 3 od autorů Heyward a Wagner (2004) spadají testovaní hokejbalisté do středního pásma, které se pohybuje v rozmezí od 11 % do 25 %. Nejvyšší hmotnostní podíl FM 14,22 kg patřil 16letému hráči (17,78 % hmotnosti). Maximální procento FM (18,34 %) jsme naměřili 16letému hokejbalistovi (13,39 kg). Minimální hodnotu FM 4,97 kg jsme zjistili u 17letého hráče. Nejmenší podíl 6,51 % FM jsme naměřili hokejbalistovi ze souboru 17letých. Obrázek 20 ukazuje průměrné množství FM v procentech u sledovaných hokejbalistů.



Obrázek 20: Průměrné hodnoty podílu FM na hmotnosti testovaných hokejbalistů

## ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	474,41	3,00	158,14	46,80	0,00000	2,70
Všechny výběry	327,73	97,00	3,38			
Celkem	802,14	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě tělesné tuku existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 14).

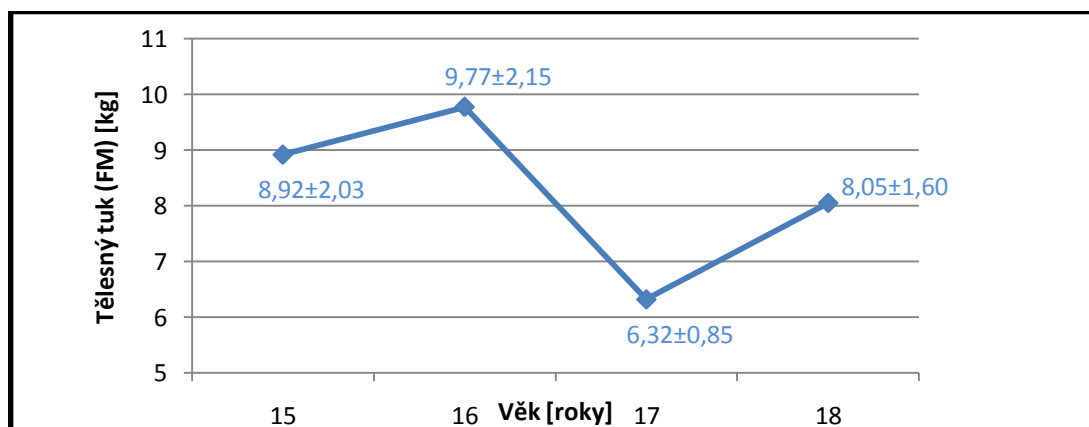
Tabulka 14: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,27	8,68	5,39
16	1,27	0,00	10,47	7,00
17	8,68	10,47	0,00	3,48
18	5,39	7,00	3,48	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 14 je patrné, že byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, kdy jsme pozorovali pokles tělesného tuku a další signifikantní rozdíl byl mezi skupinami 17 a 18 let, kde byl vyzorován opět vzestup tělesného tuku na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Průměrné množství tělesného tuku (FM) vyjádřené v absolutních hodnotách nám ukazuje obrázek 21.



Obrázek 21: Průměrné absolutní hodnoty FM testovaných hokejbalistů

## ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	172,53	3,00	57,51	19,95	0,000000	2,70
Všechny výběry	279,67	97,00	2,88			
Celkem	452,19	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě tělesného tuku existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 15).

Tabulka 15: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,71	5,30	1,76
16	1,71	0,00	7,40	3,66
17	5,30	7,40	0,00	3,78
18	1,76	3,66	3,78	0,00

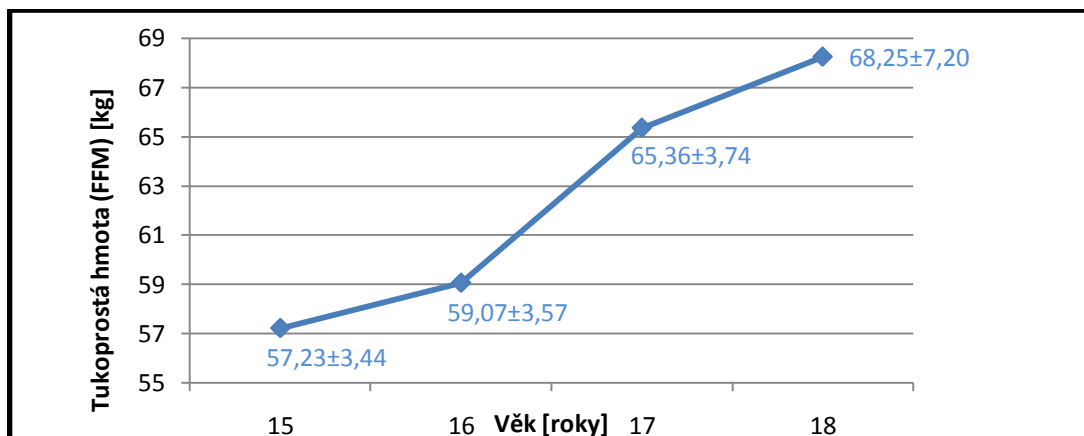
Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 15 je patrné, že byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, kdy jsme pozorovali pokles tělesného tuku a další statisticky významný rozdíl byl mezi skupinami 17 a 18 let, kde byl vyzorován opět vzestup tělesného tuku na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

### Tukoprostá hmota (FFM)

Průměrnou hodnotu tukoprosté hmoty (FFM) jsme u sledovaného souboru hokejbalistů změřili 62,88 kg ( $S_D$  6,52 kg). Každoroční přírůstek FFM činil v průměru 3,67 kg ročně. Nejvyšší množství FFM jsme naměřili 81,02 kg u 18letého hráče, nejnižší hodnotu 50,67 kg jsme naměřili v kategorii 15letých hokejbalistů. Maximální průměrný nárůst FFM o 6,29 kg jsme objevili mezi u hráčů 16. a 17. rokem (obrázek 22).





Obrázek 22: Průměrné absolutní hodnoty FFM testovaných hokejbalistů

## ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	1985,10	3,00	661,70	28,32	0,00000	2,70
Všechny výběry	2266,40	97,00	23,36			
Celkem	4251,50	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě tukuprosté hmoty existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 16).

Tabulka 16: Scheffého test mnohonásobného porovnání

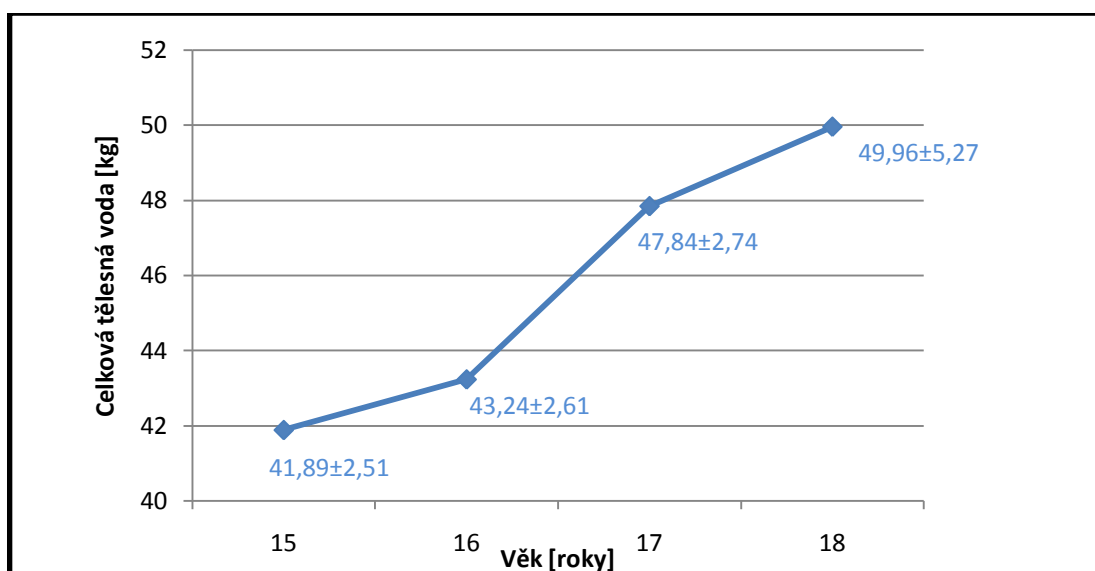
Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,29	5,83	7,84
16	1,29	0,00	4,73	6,84
17	5,83	4,73	0,00	2,21
18	7,84	6,84	2,21	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 16 je patrné, že byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, kdy jsme pozorovali vzestup tukuprosté hmoty, na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

## Celková tělesná voda (TBW)

Průměrné množství TBW jsme u sledovaného souboru všech (n=101) hráčů naměřili 46,03 kg ( $S_D$  4,77 kg), což je v přepočtu 64,77 % z jejich celkové průměrné hmotnosti. Maximální hodnoty TBW (49,96 kg) jsme naměřili u 18letých hráčů, minimální zastoupení TBW (41,89 %) zase u 15letých hokejbalistů. Nejvyšší průměrný roční přírůstek TBW (4,6 kg) jsme zaznamenali mezi věkovými skupinami 16 a 17 let. Obrázek 23 ukazuje průměrné množství v kg celkové tělesné vody u pozorovaných hokejbalistů.



Obrázek 23: Průměrné absolutní hodnoty TBW testovaných hokejbalistů

### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1063,67	3,00	354,56	28,32	0,000000	2,70
Všechny výběry	1214,39	97,00	12,52			
Celkem	2278,06	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Dle vypočítaných parametrů, jsme zjistili, že v případě celkové tělesné vody existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Aplikujeme tedy Scheffeho test (tabulka 17).

Tabulka 17: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Věk (roky)	15	16	17	18
15	0,00	1,29	5,83	7,84
16	1,29	0,00	4,73	6,84
17	5,83	4,73	0,00	2,21
18	7,84	6,84	2,21	0,00

Statisticky významná hodnota je vyznačena červeně

Z tabulky 17 je patrné, že byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

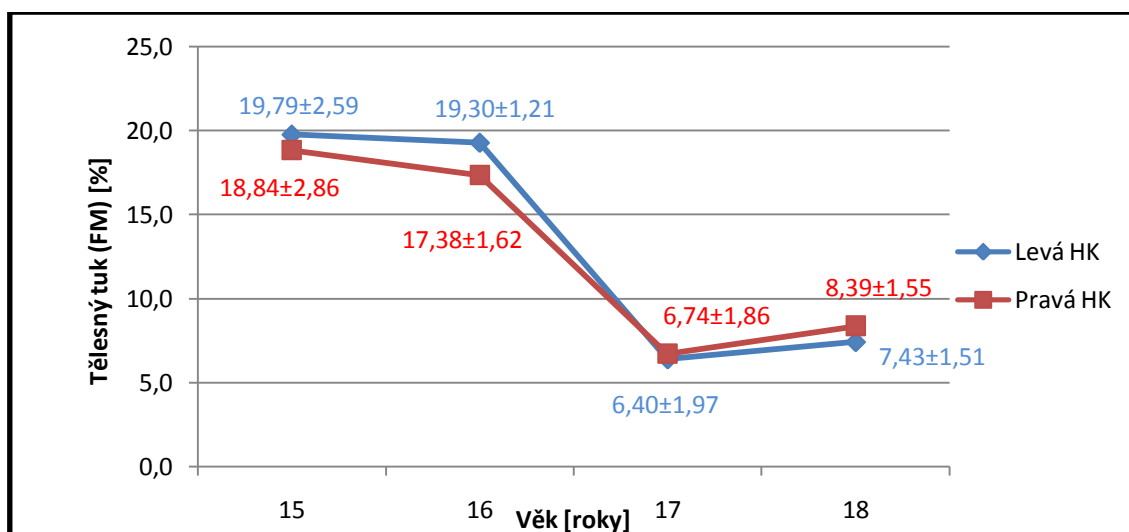
### 5.3 Segmentální analýza

Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) jednotlivých segmentů lidského těla u extraligových hráčů a následné rozdělení do patřičných věkových kategorií jsou podrobně uvedeny v příloze 5.

Nyní následuje vzájemné porovnání tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) mezi jednotlivými segmenty těla. Porovnáme mezi sebou horní a dolní končetiny a poté trup samostatně. Shodným způsobem jako u předchozích výpočtů zjistíme, zdali mezi porovnávanými segmenty existuje statisticky významný rozdíl a je-li případně tento rozdíl signifikantní. Tělesný tuk je uveden v procentech (kolik % jednotlivého segmentu tvoří tělesný tuk) a tukuprostá hmota je uvedena v kilogramech.

#### Horní končetiny

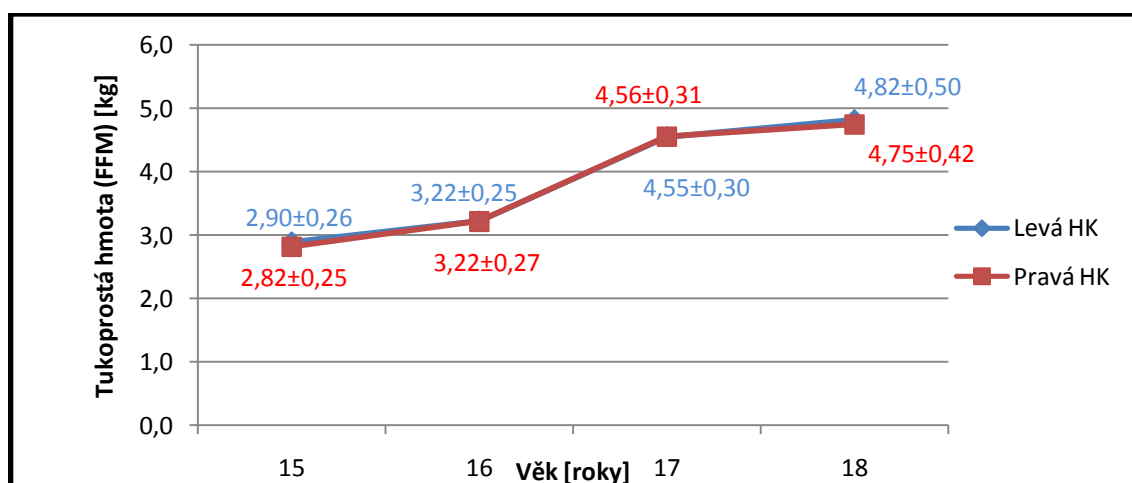
Nejvyšší průměrné procentuelní zastoupení tělesného tuku (FM) na levé horní končetině jsme naměřili 19,79 % ( $S_D$  2,59 %) u 15letých hokejbalistů. U pravé horní končetiny je množství tělesného tuku 18,84 % ( $S_D$  2,86 %) také u souboru 15letých. Minimální hodnoty průměrného procentuelního zastoupení tělesného tuku (FM) na levé horní končetině jsme naměřili 6,40 % ( $S_D$  1,97 %) u 17letých hokejbalistů. U pravé horní končetiny je minimální množství tělesného tuku 6,74 % ( $S_D$  1,86 %) také u souboru 17letých (obrázek 24).



Obrázek 24: Procentuelní zastoupení hodnoty FM testovaných hokejbalistů

Na základě statistické analýzy tělesného tuku (FM) na horních končetinách jsme zjistili, že existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl u obou horních končetin. Následnou aplikací Scheffeho testu jsme zjistili, že u levé horní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let u pravé horní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let a 17 a 18 let, vše na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Nejvyšší průměrné zastoupení tukoprosté hmoty (FFM) na levé horní končetině jsme naměřili 4,82 kg ( $S_D$  0,50 kg) u 18letých hokejbalistů. U pravé horní končetiny je množství tukoprosté hmoty 4,75 kg ( $S_D$  0,42 kg) také u souboru 18letých. Minimální hodnoty průměrného zastoupení tukoprosté hmoty (FFM) na levé horní končetině jsme naměřili 2,90 kg ( $S_D$  0,26 kg) u 15letých hokejbalistů. U pravé horní končetiny je minimální množství tukoprosté hmoty 2,82 kg ( $S_D$  0,25 kg) také u souboru 15letých (obrázek 25).

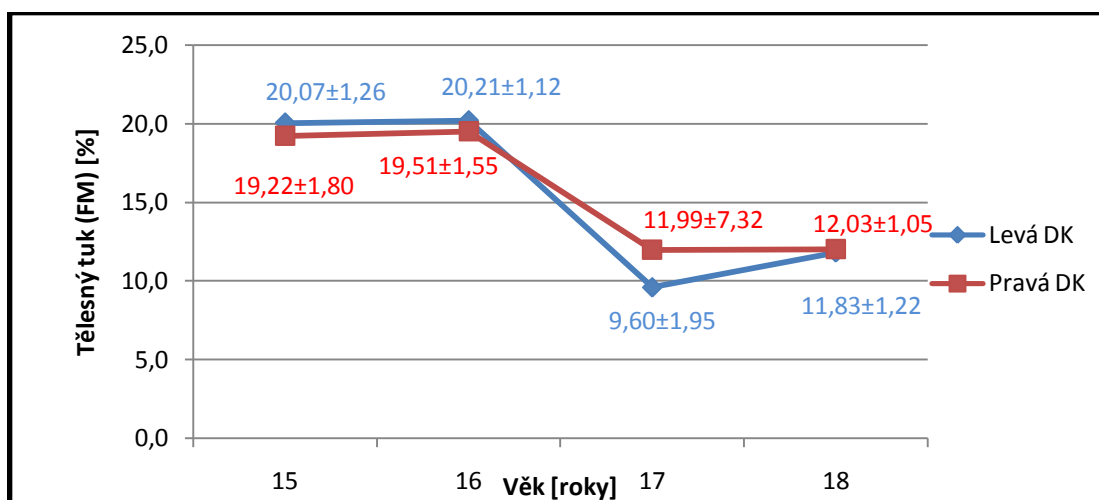


Obrázek 25: Průměrné absolutní hodnoty FFM testovaných hokejbalistů

Na základě statistické analýzy tukoprosté hmoty (FFM) na horních končetinách jsme zjistili, že existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl u obou horních končetin. Následnou aplikací Scheffeho testu jsme zjistili, že u levé horní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi všemi věkovými skupinami a u pravé horní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 15 a 16 let a 16 a 17 let, vše na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

## Dolní končetiny

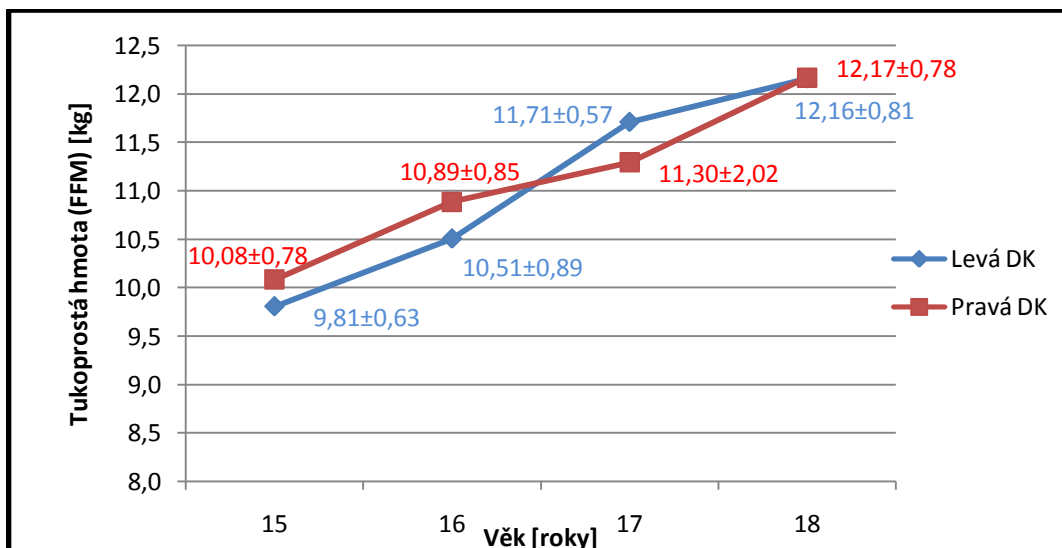
Nejvyšší průměrné procentuelní zastoupení tělesného tuku (FM) na levé dolní končetině jsme naměřili 20,21 % ( $S_D$  1,12 %) u 16letých hokejbalistů. U pravé dolní končetiny je množství tělesného tuku 19,51 % ( $S_D$  1,55 %) také u souboru 16letých. Minimální hodnoty průměrného procentuelního zastoupení tělesného tuku (FM) na levé dolní končetině jsme naměřili 9,60 % ( $S_D$  1,95 %) u 17letých hokejbalistů. U pravé horní končetiny je minimální množství tělesného tuku 11,99 % ( $S_D$  7,32 %) také u souboru 17letých (obrázek 26).



Obrázek 26: Procentuelní zastoupení hodnoty FM testovaných hokejbalistů

Na základě statistické analýzy tělesného tuku (FM) na dolních končetinách jsme zjistili, že existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl u obou dolních končetin. Následnou aplikací Scheffeho testu jsme zjistili, že u levé dolní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let a 17 a 18 let a u pravé dolní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, všena hladině významnosti  $p < 0,05$ .

Nejvyšší průměrné zastoupení tukoprosté hmoty (FFM) na levé dolní končetině jsme naměřili 12,16 kg ( $S_D$  0,81 kg) u 18letých hokejbalistů. U pravé dolní končetiny je množství tukoprosté hmoty 12,17 kg ( $S_D$  0,78 kg) také u souboru 18letých. Minimální hodnoty průměrného zastoupení tukoprosté hmoty (FFM) na levé dolní končetině jsme naměřili 9,81 kg ( $S_D$  0,63 kg) u 15letých hokejbalistů. U pravé dolní končetiny je minimální množství tukoprosté hmoty 10,08 kg ( $S_D$  0,78 kg) také u souboru 15letých (obrázek 27).

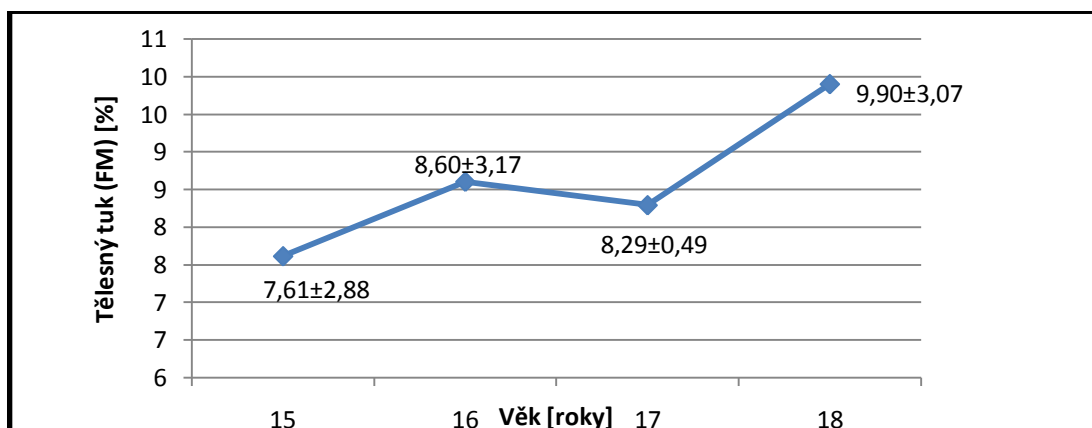


Obrázek 27: Průměrné absolutní hodnoty FFM testovaných hokejbalistů

Na základě statistické analýzy tukuprosté hmoty (FFM) na dolních končetinách jsme zjistili, že existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl u obou dolních končetin. Následnou aplikací Scheffeho testu jsme zjistili, že u levé dolní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 15 a 16 let a 16 a 17 let a u pravé dolní končetiny byl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami 16 a 17 let, vše na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

### Trup

Průměrnou hodnotu tělesného tuku (FM) na trupu jsme u sledovaného souboru všech hráčů ( $n=101$ ) naměřili 3,15 kg ( $S_D$  1,34 kg), což je v přepočtu 8,66 % z jejich celkové průměrné hmotnosti. Maximální hodnotu procentuálního zastoupení tělesného tuku (FM) na trupu jsme zjistili u 18letých hokejbalistů 9,90 % ( $S_D$  3,07 %), minimální zastoupení tělesného tuku 7,61 % ( $S_D$  2,88 %) jsme naměřili u hráčů z kategorie 15letých (obrázek 28).



Obrázek 28: Procentuální zastoupení hodnoty FM na trupu testovaných hokejbalistů

Na základě statistické analýzy jsme zjistili, že v případě tělesného tuku na trupu existuje mezi sledovanými věkovými skupinami signifikantní rozdíl. Následnou aplikací Scheffeho testu jsme zjistili, že nebyl nalezen statisticky významný rozdíl u žádné z porovnaných věkových skupin 15 a 16 let, 16 a 17 let, 17 a 18 let na hladině významnosti  $p < 0,05$ .

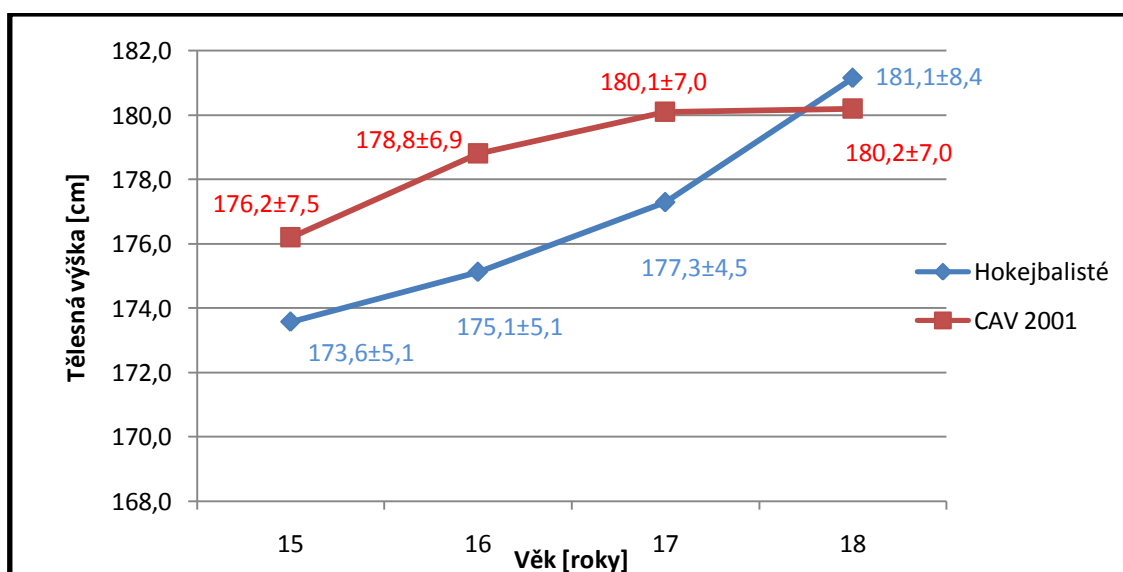


## 6 DISKUZE

V diplomové práci jsme se zabývali hodnocením změn na základě věku v parametrech tělesná výška, hmotnost, BMI a parametry tělesného složení ve skupině extraligových hokejbalistů ve věkové kategorii 15–18 let.

Výsledky naznačily, že mezi věkovými skupinami není statisticky významný rozdíl ve změnách tělesné výšky. Pokud bychom porovnali tělesnou výšku hokejbalistů se stejně starými reprezentačními hráči ledního hokeje (data z hokejbalu totiž nejsou nikým zpracována), který uskutečnili Heller a Perič (1996) zjistíme, že 15letí hokejbalisté jsou v průměru o 3,2 cm nižší a statistická analýza nám ukázala statistickou významnost. U 16letých výzkum neproběhl a u 17letých činí průměrný rozdíl 1 cm ve prospěch hokejistů. Při porovnání 18letých jsou hokejisté v průměru o 2 cm vyšší. (příloha 11)

Pokud hodnoty srovnáme s referenčními hodnotami české populace uvedené ve výsledcích 6. celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže (Vignerová a kol., 2001) zjistíme, že průměrná tělesná výška pozorovaných se mezi 17. a 18. rokem zvyšuje ve prospěch hokejbalistů (obrázek 29). Tyto rozdíly můžeme částečně přisoudit datu výzkumu, neboť 6. CAV byl uskutečněn už v roce 2001. Další faktor ovlivňující tento rozdíl se odvíjí od specifika námi sledované skupiny, neboť se testování zúčastnili především nižší hráči. Při výběru talentované mládeže se v tomto sportu mimo jiné zohledňují somatické předpoklady (např. tělesná výška, délka končetin apod.).

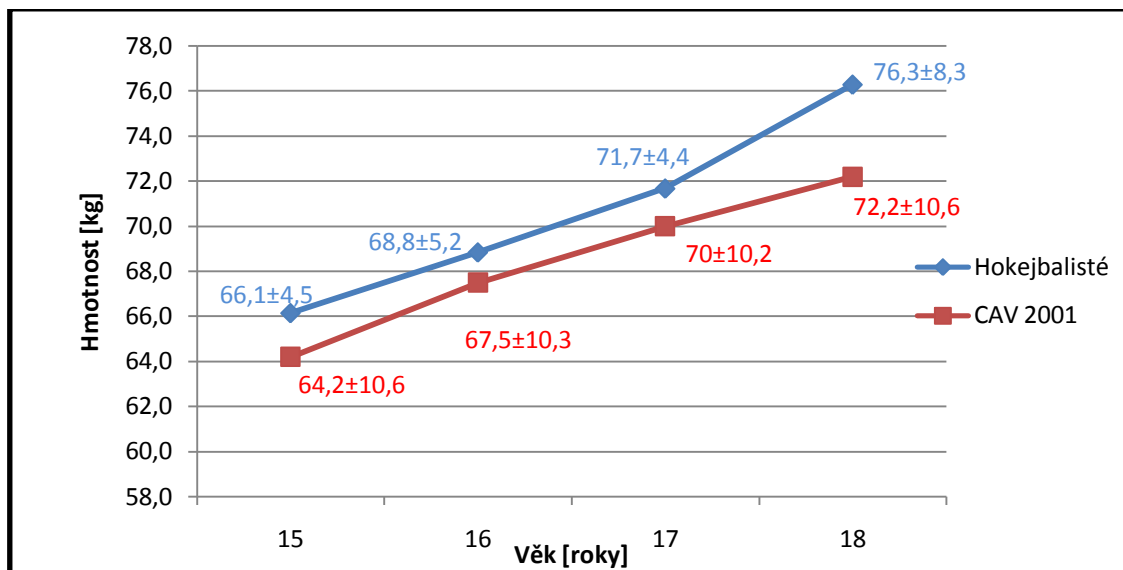


Obrázek 29: Porovnání tělesné výšky testovaných hokejbalistů s průměrem 6. CAV

Maximální rozdíl výšky postavy byl zjištěn u 16letých chlapců, kdy sledovaní sportovci měřili v průměru o 3,68 cm méně než populace z 6. CAV. Vývoj v jednotlivých věkových obdobích odpovídá normálnímu ontogenetickému vývoji.

Pokud porovnáme hmotnost hokejbalistů se stejně starými reprezentačními hráči ledního hokeje (příloha 11), zjistíme u 15letých hokejbalistů průměrnou hmotnost vyšší o 2,5kg. U 17letých hráčů už pozorujeme průměrnou hmotnost vyšší o 7 kg u hokejistů. A u 18letých tento rozdíl činí 8,4 kg ve prospěch hokejistů. Nárůst připisujeme většímu rozvinutí svalové hmoty, která je u hokeje, vzhledem k silovějšímu pojetí, potřeba.

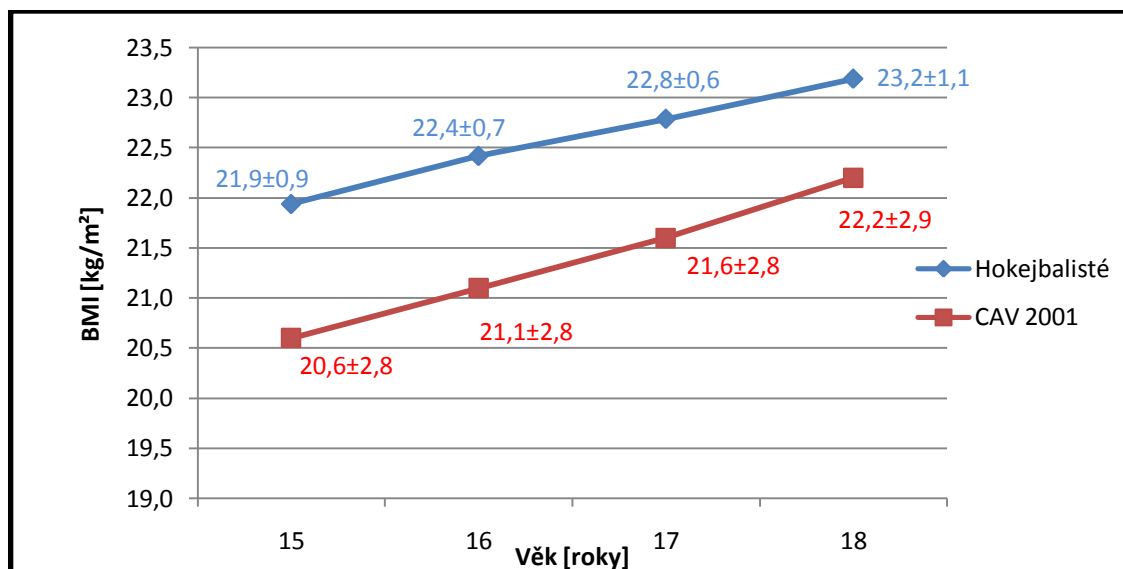
Hmotnostní rozdíly mezi stejně starými hokejbalisty a populací z 6.CAV jsou přibližně 1,5 kg a mají narůstající tendenci. Největší rozdíl je ve skupinách 18letých, kde činí už 4,08 kg (obrázek 30). Domníváme se, že rozdíl v tělesné hmotnosti mezi běžnou populací a sledovanými hráči, lze přisoudit pravidelnému sportovnímu tréninku, kdy dochází k rozvoji svalstva. „Je zcela logické, že podstatně vyšších hodnot dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní“ (Riegerová a kol., 2006, 60).



Obrázek 30: Porovnání hmotnosti testovaných hokejbalistů s průměrem 6. CAV

Při vzájemném porovnání BMI hokejbalistů a reprezentačních hokejistů zjistíme, že hokejbalisté ve věku 15let mají hodnoty vyšší průměrně o 1,6 kg/m<sup>2</sup>. U 17letých skupin se tato hodnota mění ve prospěch hokejistů a to v průměru o 1,5 kg/m<sup>2</sup>. A u skupiny 18letých je tento rozdíl již 2 kg/m<sup>2</sup> ve prospěch hokejistů. (příloha 11)

Srovnání průměrných hodnot BMI hokejbalistů se stejně starými věkovými skupinami z běžné populace 6. CAV byly vyšší. (obrázek 31). Hodnota rozdílu se každoročně snižovala patrně z důvodu vyššího nárůstu svalové hmoty a poklesu tuku u hokejbalistů.



Obrázek 31: Porovnání BMI testovaných hokejbalistů s průměrem 6. CAV

Při celkovém porovnání hokejbalistů se stejně starou populací z 6. CAV dojdeme k závěru, že co se týká tělesné výšky, jsou hokejbalisté v průměru o 3,68 cm menší. Tento rozdíl můžeme přisoudit specifitějšímu výběru sportujících chlapců a také pozdějšímu růstu hokejbalistů v adolescentním věku vlivem rané sportovní specializace. Při srovnání hmotnosti obou skupin jsme došli k závěru, že hokejbalisté jsou těžší a věkem se tento rozdíl zvyšuje. Tento trend přisuzujeme většímu nárůstu svalové hmoty. Vzhledem k menší průměrné tělesné výšce a vyšší průměrné hmotnosti, vychází hodnoty BMI u hokejbalistů vyšší, avšak rozdíly v hodnotách se se zvyšujícím věkem snižují. To opět přisuzujeme nárůstu svalové hmoty a úbytku tukové tkáně.

Průměrné množství tělesného tuku (FM) sledovaných hráčů bez rozlišení věku bylo 11,52 % ( $S_D$  2,83 %) z celkové tělesné hmotnosti. Pro srovnání se stejně starými hokejisty uvádí Havlíčková a kol. (2003), že se množství tělesného tuku hokejistů pohybuje v rozmezí od 8 do 13 %. Autoři Grasgruber a Cacek (2008) uvádějí hodnoty tělesného tuku hokejistů v rozmezí 10–12 % a Riegerová a kol. (2006) uvádí hodnoty v rozsahu 8–15 %. Vyšší hodnoty procentuálního zastoupení tělesného tuku jsme zjistili u sledovaných 15letých (13,39 %) a 16letých (14,08 %) hokejbalistů patrně kvůli nedostatečně vyvinutému svalstvu. Tyto výsledky tukové tkáně odpovídají průměrné

hodnotě (11–25 %) udávané pro běžnou populaci (Heyward a Wagner, 2004, Riegerová a kol., 2006). Výrazný pokles tělesného tuku jsme zaznamenali u 17letých hokejbalistů (8,79 %). Riegerová a kol., (2006) uvádí, že 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.

Z výše uvedených výsledků můžeme přejít ke zhodnocení určených hypotéz. V případě hypotézy H1: Tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru relativního zastoupení tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) není závislé na věku, můžeme tuto hypotézu potvrdit. Hypotéza H2: Tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru absolutního zastoupení tělesného tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM) je závislé na věku, se nám potvrdila a to proto, že u hráčů hraje důležitou roli zráním organismu, kde nám výsledky jednoznačně ukazují pravidelný nárůst FFM a úbytek FM.

Co se týče segmentální analýzy, tak nám výzkum ukázal, že existují statisticky významné rozdíly mezi levou a pravou HK a DK. Tato svalová dysbalance vzniká kvůli jednostrannému zatížení hokejbalistů. K minimalizaci a odstranění svalových dysbalancí využíváme tzv. kompenzační cvičení. V tréninku provádějí kompenzační cvičení sportovci bez rozdílu a jsou nutnou složkou každého kvalitního tréninku. Napomáhají zvyšovat nejen sportovní výkon a jeho kvalitu, ale také předcházejí negativním důsledkům jednostranného přetěžování organismu. Jejich hlavním úkolem je korigovat svalovou nerovnováhu nebo ji předcházet a tak zabraňovat nefyziologickým změnám v hybných stereotypch. Zařazování individuálně vybraných kompenzačních cvičení v náročném tréninkovém procesu může zabraňovat vzniku bolestivých funkčních a později i strukturálních poruch pohybového ústrojí. Není-li tomu tak, dochází k opakovaným zraněním a snižování růstu sportovní výkonnosti jedince s předčasným zanecháním kariéry.

Analýza tělesného složení se jeví jako dobrý diagnostický prostředek k posouzení vlivu tréninků a zlepšení hráčů z hlediska výkonnosti. Trenér může na základě výsledků zhodnotit úroveň jednotlivých hráčů a vyhodnotit jejich potenciál i do budoucna. Velké množství tělesného tuku je nežádoucí a vede ke zdravotním problémům a analýza tělesného složení se jeví jako velice vhodný nástroj k jeho prevenci.

## 7 ZÁVĚR

Práce se zabývala zmapováním tělesného složení u hokejbalových hráčů ve věku 15-18 let. Po vyhodnocení všech naměřených dat, jsme potvrdili hypotézu H1, že tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru relativního zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty není závislé na věku. Hypotézu H2, že tělesné složení hráčů v kategorii 15-18 let v parametru absolutního zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty je závislé na věku, nám výsledky měření tuto hypotézu potvrdili. Hlavní důvod podle nás hraje zranění jednotlivých hráčů.

Při porovnání výsledků tělesné výšky hokejbalistů se stejně starými reprezentačními hokejisty ČR zjistíme, že 15letí hokejbalisté jsou v průměru o 3,2 cm nižší. U 16letých výzkum neproběhl a u 17letých činí průměrný rozdíl 1 cm ve prospěch hokejistů. Při porovnání 18letých jsou hokejisté v průměru o 2 cm vyšší. Porovnáním hmotnosti u obou skupin zjistíme u 15letých hokejbalistů průměrnou hmotnost vyšší o 2,5kg. U 17letých hráčů už je průměrná hmotnost vyšší o 7 kg u hokejistů. A u 18letých už tento rozdíl činí 8,4 kg ve prospěch hokejistů. Nárůst připisujeme většímu nárůstu svalové hmoty, která je u hokeje, vzhledem k silovějšímu pojetí, potřeba. Při porovnání BMI u obou skupin zjistíme, že hokejbalisté ve věku 15let mají hodnoty vyšší průměrně o 1,6 kg/m<sup>2</sup>. U 17letých se tato hodnota mění ve prospěch hokejistů a to v průměru o 1,5 kg/m<sup>2</sup>. A u 18letých je tento rozdíl již 2 kg/m<sup>2</sup> ve prospěch hokejistů. Vyšší hodnoty opět způsobuje více rozvinutá svalová tkáň hokejistů.

Segmentální analýza nám ukázala, že existují statisticky významné rozdíly mezi levou a pravou HK a DK. Tato svalová dysbalance vzniká kvůli jednostrannému zatížení hokejbalistů a účinnou formou jejich odstranění je aplikace kompenzačních cvičení.

Nároky na sportovní výkon v profesionálním i výkonnostním sportu neustále rostou a každý sportovec a trenér hledá možnosti jak zlepšit sportovní výkon. Jednou z oblastí, kde lze získat výhodu, je zohledňování změn v tělesném složení ve spojitosti s věkem a následná optimalizace tréninku. Výzkum potvrdil, že i mezi sportujícími chlapci jsou významné rozdíly v zastoupení tělesného tuku a tukuprosté hmoty, proto by trenéři měli tyto parametry sledovat a na jejich základě pak upravovat tréninkový proces.

# SEZNAM LITERATURY

## Knižní zdroje

ARMSTRONG, N. & WELSMAN, J. R. *Young People and Physical Activity*. Oxford: University Press Oxford, 1997. 435s.

BUNC, V. Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Časopis lékařů českých*, 2007, 146, č. 5, s 492-496.

ČELIKOVSKÝ, S. a kol. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha SPN, n. p., 1990. 288 s.

DOBŘÝ, L., SEMIGINOVSKÝ, B. *Sportovní hry – výkon a trénink*. Praha, Czechia: Olympia, 1988.

DOVALIL, J. a kol. *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: UK Karolinum, 2008. 313 s.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2009. 331 s.

GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. Brno: Computer press, 2008. 480 s.

GROSSER, M. *Schnelligkeits training*. München: BLV Sportwissen. 1991

HAVLÍČKOVÁ, L., a kol., *Fyziologie tělesné zátěže*. Praha: Karolinum, 2004. 203 s.

HEYMSFIELD, S. B., LOCHMAN, T., WANG, Z., & GOING, S. *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.

HEYWARD, V., H., WAGNER, D., R. *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004

CHOUTKA, M., *Teorie a didaktika sportu*. Praha: SPN, n. p., 1983. 199 s.

JANSA, P., DOVALIL, J. *Sportovní příprava*. Praha: Q – art, 2009. 295 s.

KARCZMARCZYK, R. *Florbal. Učebnice (nejen) pro trenéry*. Brno: Computer Press, 2006. 96 s.

KUTÁČ, P. *Základy kinantropometrie*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity v Ostravě, 2009.

KYLE, U. G., BOSAEUS, I., DE LORENZO, A. D., DEURENBERG, P., ELIA, M., GOMEZ, J. M., et al. *Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods*. Clinical Nutrition, 2004.

MALÁ, L., BUNC, V., MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., GRYC, T.. *Netuková hmota a jej složky jako předpoklad pohybovej intervencie*. Česká kinantropologie 2010. 14/3, 158-164.

MALÁ, L., WAGNER, D. R., O KELLEY, R. *Fitness assessment: body composition*. International studies in physical education and youth sport. 1st Englished. Prague: Karolinum, 2014, 176 s.

MARTENS, R. *Successful coaching, fourth edition*. Champaign: Human Kinetics, 2012. 456 s. ISBN-13: 9781450400510

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc, Univerzita Palackého, 2005. 173 s,

PAŘÍZKOVÁ, J. *Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi*. Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca, 1998.

PAVLIŠ, Z., a kol., *Příručka pro trenéry ledního hokeje – II. část*. Praha ČSLH, 2000. 271 s.

PAVLÍK, J. *Tělesná stavba jako faktor sportovní výkonnosti sportovce*. Brno: Masarykova univerzita, 1999. 57 s.

PERIČ, T., PŘEROST, M., KADANĚ, J. *Hokejbal*. Praha: Grada, 2006. 108 s.

RIEGEROVÁ, J., ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v TV a sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1993.

RIEGEROVÁ, J.; PŘIDALOVÁ, M.; ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu : (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006, 262 s.

ROKYTA, R. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědeckých a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV, 2008. 426 s.

SELIGER, V., CHOUTKA, M. *Fyziologie sportovní výkonnosti*. 1. vyd. Praha: Olympia, 1982. 120 s

SCHÖNBORN, R. (2008). *Optimální tenisový trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008. 250 s.

SLEPIČKA, P., HOŠEK, V., HÁTLOVÁ, B. *Psychologie sportu*. Vyd. 2. Praha: Karolinum; 2009. 240 s.

TÁBORSKÝ, F. *Sportovní hry II*. Praha: Grada, 2005. 172 s.

ZVONARĚ, M.; DUVAČ, I. *Antropomotorika: pro magisterský program tělesná výchova a sport*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011.

## Elektronické zdroje

BUGŽA, M., ZAVADILOVÁ, V., VLČKOVÁ, J., OLEKSIÁKOVÁ, Z., ŠMAJSTRLA, V., TOMÁŠKOVÁ, H., JIRÁK, Z., KAVKOVÁ, J., *Porovnání výsledků různých metod stanovení tělesného tuku*. [online]. 2012, [cit. 5. 3. 2016] Dostupné z: <http://apps.szu.cz/svi/hygiena/archiv/h2012-3-06-full.pdf>

BUNC, V., *Fyziologie pohybu* [online]. 2015, [cit. 28. 2. 2016] Dostupné z: [http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/Fyziologie\\_pohybu\\_Bunc\\_2015.ppt](http://fyziologie.lf2.cuni.cz/uceni/Fyziologie_pohybu_Bunc_2015.ppt)

ČESKÁ UNIE SPORTU, *Počty registrovaných sportovců*. [online]. 2016, [cit. 3. 2. 2016] Dostupné z: <http://cf.datawrapper.de/Hhf8r/6/>

INTERNATIONAL STREETBALL HOCKEY FEDERATION. 2016. [online]. [cit. 3. 2. 2016] Dostupné z: <http://www.isbhf.com/>

KATEDRA BIOMECHANIKY FTK UP, *Statická a dynamická rovnováha*. [online]. 2016, [cit. 3. 2. 2016] Dostupné z: [http://ftk.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/FTK-katedry/biomechanika/BIOM\\_Rovnovaha.pdf](http://ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-katedry/biomechanika/BIOM_Rovnovaha.pdf)

KUTÁČ, P., *Vliv použitého typu analyzátoru a režimu měření na výsledné hodnoty parametrů tělesného složení u adolescentní populace* [online]. 2013, [cit. 4. 3. 2016] Dostupné z: [http://anthropology.cz/ca/63-2/63-2\\_19-26\\_Kutac\\_P.pdf](http://anthropology.cz/ca/63-2/63-2_19-26_Kutac_P.pdf)

MALINA, J., *Antropologický slovník*. [online]. 2009, [cit. 6. 2. 2016] Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1431/UAntrBiol/el/antropos/index.html>

SIGMUND, M., PSOTTA, R., AGRICOLA, A., *Hodnocení zastoupení tělesného tuku metodou bioelektrické impedance u sportujících chlapců ve věku 7-18 let s ohledem na typ použitého analyzátoru*. [online]. 2015, [cit. 5. 3. 2016] Dostupné z: <http://www.telesnakultura.upol.cz/pdfs/tek/2015/02/04.pdf>

SPORT FITNESS ADVISOR. *How to use body fat calipers and make them more reliable*. [online]. 2016. [cit. 28. 2. 2016] Dostupné z: <http://www.sport-fitness-advisor.com/bodyfatcalipers.html>

TANITA BC 418 MA *Instruction manual*. [online]. 2015, [cit. 5. 3. 2016] Dostupné z: <http://tanita.eu/media/wysiwyg/manuals/medical-approved-body-composition-monitors/mc-418-instruction-manual.pdf>

*The Heath - Carter Anthropometric Somatotype Instruction Manual*. [online]. 2002, [cit. 6. 2. 2016] Dostupné z: <http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual.pdf>

VIGNEROVÁ, J., RIEDLOVÁ, J., BLÁHA, P., a kol. *Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001*. [online]. 2015, [cit. 3. 4. 2016] Dostupné z: <http://www.szu.cz/publikace/6-celostatni-antropologicky-vyzkum-deti-a-mladeze-2001>

VOBR, R., *Přednášky ze ST* [online]. 2010, [cit. 6. 2. 2016] Dostupné z: [http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat\\_tv/modules/external/index.php?kod\\_kurzu=kat\\_tv\\_763](http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_tv/modules/external/index.php?kod_kurzu=kat_tv_763)



## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1:** Vyjádření etické komise UK FTVS

**Příloha 2:** Informovaný souhlas

**Příloha 3:** Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka antropometrických parametrů

**Příloha 4:** Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka FM, FFM a TBW

**Příloha 5:** Analýza tělesného složení jednotlivých segmentů těla v kilogramech

**Příloha 6:** Statistická vyhodnocení pro levou horní končetinu

**Příloha 7:** Statistická vyhodnocení pro pravou horní končetinu

**Příloha 8:** Statistická vyhodnocení pro levou dolní končetinu

**Příloha 9:** Statistická vyhodnocení pro pravou dolní končetinu

**Příloha 10:** Statistická vyhodnocení pro trup

**Příloha 11:** Tělesné parametry reprezentačních hokejistů U15, U17 a U18

## Příloha 1: Vyjádření etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Tělesné složení extraligových hráčů hokejbalu kategorie U15-U18

**Forma projektu:** Diplomová práce

**Období realizace:** Únor 2016

**Předkladatel:** Bc. Tomáš Gärtner

**Hlavní řešitel:** Bc. Tomáš Gärtner

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

**Popis projektu:** Práce je koncipována jako případová studie a snaží se objasnit důležitost tělesného složení ve výkonnostním hokejbalu u dospívající mládeže. Výsledky by poukázaly na změny z hlediska ontogeneze, proto by mohly sloužit trenérům při přípravě dlouhodobé tréninkové strategie. Sportovní výkon je totiž tvořen řadou faktorů a mezi nejdůležitější patří právě somatické předpoklady jedince. Vedle klasických antropologických charakteristik, tělesné výšky, tělesné hmotnosti, somatotypu atd., se jako nezbytné jeví hodnocení tělesného složení. Výsledky analýzy by mohly posloužit nejen pro potřeby optimalizace tréninkového procesu, ale také pro případnou identifikaci sportovního talentu. Měření by také mělo ukázat, zda - li je každoroční nárůst hmotnosti hráčů hlavně tuková tkáň nebo svalová hmota. Měření bude provedeno pomocí přístroje TANITA BC-418 MA.

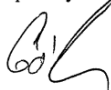
**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:** Praktická část práce zahrnuje metody neinvazivního charakteru. Měření proběhne pod dohledem kondičního trenéra a výživového specialisty, kteří vlastní kvalifikace na práci s tímto přístrojem. Při této metodě prochází tělem slabé elektrické proudění. Měření je založeno na skutečnosti, že elektrický proud prochází snadněji tekutinou v našich svalech než tukem. Proudění prochází oběma nohama a tím umožňuje měřit elektrický odpor těla. Je to metoda neinvazivního (nepronikající dovnitř organismu) charakteru pomocí bioimpedačního přístroje TANITA BC 418 MA. Měření absolvuje každý jednou a časová náročnost na každého jedince je v řádech vteřin. Metoda bioimpedance není vhodná pro osoby s tělními stimulatory či dalšími elektronickými implantáty, neboť metoda měření odporu lidského těla by mohla negativně zasáhnout do činnosti těchto přístrojů. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování.

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkum zahrnuje vulnerabilní skupinu nezletilých dětí ve věku 15-18 let, protože v tomto věku dochází k největším somatickým změnám v jejich růstu. Uvedené změny jsou součástí výzkumu a následného - porovnání mezi jednotlivými věkovými kategoriemi. Osobní data budou anonymizována.

**Informovaný souhlas:** příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

Doručeno EK FTVS 11.2.2016

Podpis předkladatele: 

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.

Mgr. Pavel Hráský, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 064/2016

dne: 3.3.2016

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.**

UNIVERZITA KARLOVA v Praze

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

razítko UK FTVS

1

.....  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## **Příloha 2: Informovaný souhlas**

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Tělesné složení extraligových hráčů hokejbalu kategorie U15-U18 pomocí bioimpedanční metody.

Cílem projektu je zjistit tělesné složení chlapců hrající nejvyšší hokejbalovou soutěž v ČR, měření bude formou bioimpedance. Při této metodě prochází tělem slabé elektrické proudění. Měření je založeno na skutečnosti, že elektrický proud prochází snadněji tekutinou v našich svalech než tukem. Proudění prochází oběma nohama a tím umožňuje měřit elektrický odpor těla. Je to metoda neinvazivního (nepronikající dovnitř organismu) charakteru pomocí bioimpedančního přístroje TANITA BC 418 MA. Měření absolvuje každý jednou a časová náročnost na každého jedince je v řádech vteřin. Metoda bioimpedance není vhodná pro osoby s tělními stimulátory či dalšími elektronickými implantáty, neboť metoda měření odporu lidského těla by mohla negativně zasáhnout do činnosti těchto přístrojů. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování.

Výsledky analýzy by mohly posloužit nejen pro potřeby optimalizace tréninkového procesu, ale také pro případnou identifikaci sportovního talentu. V práci nebudou uvedena konkrétní jména ani jiné citlivé údaje. Získaná data budou zpracovaná, uchovaná a publikovaná v diplomové práci v anonymizované podobě.

Výsledky měření budou k nahlédnutí na internetu a v knihovně, kde se bude diplomová práce nacházet. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Příloha 3:** Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka antropometrických parametrů

<b>Základní parametry</b>				
<b>Věk</b>		<b>Tělesná výška [cm]</b>	<b>Hmotnost [kg]</b>	<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>
15	M	173,57	66,14	21,94
	S <sub>D</sub>	5,07	4,57	0,87
16	M	175,12	68,84	22,42
	S <sub>D</sub>	5,12	5,17	0,74
17	M	177,29	71,68	22,79
	S <sub>D</sub>	4,47	4,41	0,64
18	M	181,15	76,30	23,19
	S <sub>D</sub>	8,38	8,34	1,10

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, S<sub>D</sub> – směrodatná odchylka

**Příloha 4:** Průměrné hodnoty a směrodatná odchylka FM, FFM a TBW

Věk		Tělesné složení			
		FM [%]	FM [kg]	FFM [kg]	TBW [kg]
15	M	13,39	8,92	57,23	41,89
	S <sub>D</sub>	2,53	2,03	3,44	2,51
16	M	14,08	9,77	59,07	43,24
	S <sub>D</sub>	2,37	2,15	3,57	2,61
17	M	8,79	6,32	65,36	47,84
	S <sub>D</sub>	0,78	0,85	3,74	2,74
18	M	10,51	8,05	68,25	49,96
	S <sub>D</sub>	1,36	1,60	7,20	5,27

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, S<sub>D</sub> – směrodatná odchylka

**Příloha 5:** Analýza tělesného složení jednotlivých segmentů těla v kilogramech

Věk		Levá HK		Pravá HK		Levá DK		Pravá DK		Trup	
		FM	FFM	FM	FFM	FM	FFM	FM	FFM	FM	FFM
15	M	0,73	2,90	0,67	2,82	2,48	9,81	2,42	10,08	2,62	31,62
	S <sub>D</sub>	0,18	0,26	0,18	0,25	0,35	0,63	0,45	0,78	1,05	3,75
16	M	0,78	3,22	0,68	3,22	2,68	10,51	2,66	10,89	2,98	31,23
	S <sub>D</sub>	0,12	0,25	0,11	0,27	0,41	0,89	0,46	0,85	1,22	3,39
17	M	0,32	4,55	0,34	4,56	1,26	11,71	1,40	11,30	3,00	33,24
	S <sub>D</sub>	0,12	0,30	0,12	0,31	0,35	0,57	0,30	2,02	0,32	3,58
18	M	0,40	4,82	0,44	4,75	1,65	12,16	1,68	12,17	3,89	34,35
	S <sub>D</sub>	0,12	0,50	0,12	0,42	0,30	0,81	0,27	0,78	1,92	7,50

Vysvětlivky: M – aritmetický průměr, S<sub>D</sub> – směrodatná odchylka

## Příloha 6: Statistická vyhodnocení pro levou horní končetinu

### Tělesný tuk (FM) [%]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	4005,41	3,00	1335,14	388,68	0,00000	2,70
Všechny výběry	333,20	97,00	3,44			
Celkem	4338,61	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 19: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	19,79	19,30	6,40	7,43
15	21	19,79	0,00	0,89	25,02	22,92
16	25	19,30	0,89	0,00	25,29	23,08
17	28	6,40	25,02	25,29	0,00	2,05
18	27	7,43	22,92	23,08	2,05	0,00

### Tukoprostá hmota (FFM) [kg]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	67,15	3,00	22,38	184,86	0,00000	2,70
Všechny výběry	11,75	97,00	0,12			
Celkem	78,90	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 20: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	2,90	3,22	4,55	4,82
15	21	2,90	0,00	3,18	16,49	19,01
16	25	3,22	3,18	0,00	13,88	16,53
17	28	4,55	16,49	13,88	0,00	2,85
18	27	4,82	19,01	16,53	2,85	0,00

## Příloha 7: Statistická vyhodnocení pro pravou horní končetinu

### Tělesný tuk (FM) [%]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	2823,12	3,00	941,04	238,75	0,00000	2,70
Všechny výběry	382,34	97,00	3,94			
<b>Celkem</b>	<b>3205,45</b>	<b>100,00</b>				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 21: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	18,84	17,38	6,74	8,39
15	21	18,84	0,00	2,50	21,13	18,10
16	25	17,38	2,50	0,00	19,48	16,31
17	28	6,74	21,13	19,48	0,00	3,09
18	27	8,39	18,10	16,31	3,09	0,00

### Tukoprostá hmota (FFM) [kg]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota	
					P	F krit
Mezi výběry	67,65	3,00	22,55	216,18	0,00000	2,70
Všechny výběry	10,12	97,00	0,10			
<b>Celkem</b>	<b>77,77</b>	<b>100,00</b>				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 22: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	2,82	3,22	4,56	4,75
15	21	2,82	0,00	4,17	18,66	20,51
16	25	3,22	4,17	0,00	15,09	17,05
17	28	4,56	18,66	15,09	0,00	2,15
18	27	4,75	20,51	17,05	2,15	0,00



**Příloha 8:** Statistická vyhodnocení pro levou dolní končetinu

**Tělesný tuk (FM) [%]**

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	2306,71	3,00	768,90	366,35	0,00000	2,70
Všechny výběry	203,59	97,00	2,10			
Celkem	2510,30	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 23: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	20,07	20,21	9,60	11,83
15	21	20,07	0,00	0,33	25,03	19,56
16	25	20,21	0,33	0,00	26,61	20,86
17	28	9,60	25,03	26,61	0,00	5,68
18	27	11,83	19,56	20,86	5,68	0,00

**Tukoprostá hmota (FFM) [kg]**

ANOVA						
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	84,46	3,00	28,15	51,52	0,00000	2,70
Všechny výběry	53,01	97,00	0,55			
Celkem	137,46	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 24: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	9,81	10,51	11,71	12,16
15	21	9,81	0,00	3,20	8,92	10,93
16	25	10,51	3,20	0,00	5,92	8,05
17	28	11,71	8,92	5,92	0,00	2,25
18	27	12,16	10,93	8,05	2,25	0,00

## Příloha 9: Statistická vyhodnocení pro pravou dolní končetinu

### Tělesný tuk (FM) [%]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1361,54	3,00	453,85	27,57	0,00000	2,70
Všechny výběry	1596,92	97,00	16,46			
Celkem	2958,46	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 25: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	19,22	19,51	11,99	12,03
15	21	19,22	0,00	0,24	6,17	6,09
16	25	19,51	0,24	0,00	6,73	6,65
17	28	11,99	6,17	6,73	0,00	0,03
18	27	12,03	6,09	6,65	0,03	0,00

### Tukoprostá hmota (FFM) [kg]

#### ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	54,20	3,00	18,07	11,25	0,00000	2,70
Všechny výběry	155,84	97,00	1,61			
Celkem	210,04	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 26: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffého test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	10,08	10,89	11,30	12,17
15	21	10,08	0,00	2,14	3,31	5,66
16	25	10,89	2,14	0,00	1,16	3,64
17	28	11,30	3,31	1,16	0,00	2,56
18	27	12,17	5,66	3,64	2,56	0,00

## Příloha 10: Statistická vyhodnocení pro trup

### Tělesný tuk (FM) [%]

#### ANOVA

<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i>	
					<i>P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	68,50	3,00	22,83	3,36	0,021854	2,70
Všechny výběry	658,80	97,00	6,79			
Celkem	727,30	100,00				

**F > F krit** - alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních

Tabulka 27: Scheffého test mnohonásobného porovnání

Scheffeho test		Věk	15	16	17	18
		n	21	25	28	27
Věk (roky)	n	M	7,61	8,60	8,29	9,90
15	21	7,61	0,00	1,28	0,90	3,02
16	25	8,60	1,28	0,00	0,44	1,79
17	28	8,29	0,90	0,44	0,00	2,29
18	27	9,90	3,02	1,79	2,29	0,00

**Příloha 11:** Tělesné parametry reprezentačních hokejistů U15, U17 a U18

Tabulka 28: Tělesné parametry reprezentačních hokejistů

	<b>Základní parametry</b>		
<b>Věk (roky)</b>	<b>Tělesná výška [cm]</b>	<b>Hmotnost [kg]</b>	<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>
15	176,8	63,7	20,3
17	180,2	78,7	24,3
18	183,3	84,7	25,2