

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

TĚLESNÉ SLOŽENÍ U FOTBALISTŮ MLÁDEŽNICKÝCH  
REPREZENTACÍ U16-U19 STANOVENÉ PŘÍSTROJEM InBody 720

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Pavel Marek, tělesná výchova a sport

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D

Olomouc 2014

**Jméno a příjmení autora:** Pavel Marek

**Název bakalářské práce:** Tělesné složení u fotbalistů mládežnických reprezentací U16-U19 stanovené přístrojem InBody 720

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii FTK UP Olomouc

**Vedoucí bakalářské práce:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2014

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce se zabývá tělesným složením mládežnických fotbalových reprezentantů dorostenecké kategorie (U16-U19). Celkem bylo naměřeno 157 probandů, kteří byli rozděleni podle věku do čtyř skupin. Měření proběhlo bioelektrickou impedanční analýzou, využito bylo multifrekvenčního přístroje InBody 720. Vybrané hodnoty tělesného složení byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny. Data byla dále porovnána mezi věkovými kategoriemi. K porovnávaným hodnotám patří celková tělesná voda, extra- a intracelulární voda, tukuprostá hmota, tělesný tuk, procentní zastoupení tělesného tuku, kosterní svalstvo a buněčná hmota. Porovnány byly také tělesná výška a hmotnost. Z výsledků vyplynulo, že soubory v rámci ročních věkových kategorií mají hodnoty všech sledovaných parametrů na podobné úrovni. V porovnání s referenční skupinou mají větší množství celkové tělesné vody, extra- a intracelulární vody, tukuprosté hmoty a kosterního svalstva. Zastoupení tukové složky v absolutních a relativních hodnotách se jevílo vzhledem k doporučeným hodnotám nižší.

**Klíčová slova:**

fotbal, bioelektrická impedance, InBody 720, celková tělesná voda, tuk, tukuprostá hmota

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Pavel Marek

**Title of the master thesis:** Body composition of young Czech football (soccer) players category U16-U19 determined using InBody 720

**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology FTK UP Olomouc

**Supervisor:** Doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

**The year of the presentation:** 2014

**Abstract:** This thesis deals with the body composition of Representatives junior youth football category (U16-U19). A total of 157 measured probands were divided by age into four groups. This is measured bioelectrical impedance analysis was used multi-frequency InBody 720 Selected body composition values were statistically processed and evaluated. Data were also compared between age groups. For the compared values include total body water, extra- and intracellular water, fat free mass, body fat, percentage of body fat, skeletal muscle and cell mass. Were also compared body height and weight. The results showed that the ages have values of monitored parameters at a similar level. In comparison with the reference group having a greater amount of total body water, extra- and intracellular water, fat free mass and skeletal muscle. Representation of the fat component in absolute and relative terms appeared in relation to the recommended values lower.

**Keywords:**

football (soccer), bioelectrical impedance, InBody 720, total body water, fat mass, fat free mass

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne: 30. 4. 2014

.....

Děkuji Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce.

## OBSAH

1 ÚVOD .....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ .....	10
2.1 Tělesné složení.....	10
2.1.1 Historie tělesného složení.....	11
2.1.2 Modely tělesného složení.....	13
2.1.3 Vývoj tělesného složení .....	16
2.1.4 Metody odhadu tělesného složení .....	19
2.1.4.1 Bioelektrická impedance (BIA) .....	19
2.1.4.2 Další vybrané metody odhadu tělesného složení.....	27
2.2 Fotbal .....	29
2.2.1 Charakteristika fotbalu .....	29
2.2.2 Stručná pravidla fotbalu.....	30
2.2.3 Historie fotbalu .....	33
2.2.3.1 Historie do roku 1862 .....	34
2.2.3.2 Historie po roce 1862.....	35
2.2.4 Hráči reprezentace U16 – U19.....	36
2.2.5 Specifika tréninku fotbalu .....	38
3 CÍLE .....	41
4 METODIKA .....	42
4.1 Soubor .....	42
4.2 InBody 720 .....	42
4.3 Referenční hodnoty .....	46

4.4 Statistické zpracování dat .....	46
5 VÝSLEDKY .....	47
6 DISKUZE .....	54
7 ZÁVĚRY .....	57
8 SOUHRN .....	59
9 SUMMARY .....	61
10 REFERENČNÍ SEZNAM .....	63
11 SEZNAM PŘÍLOH .....	67

## 1 ÚVOD

Tělesné složení má významný vliv na sportovní výkon, pohybová aktivita má potenciál měnit tělesné složení (Andreoli et al, 2003). Ke změnám dochází především v závislosti na délce realizované sportovní aktivity a také na druhu zátěže. Vrcholoví sportovci se stávají vybranou skupinou jedinců, kteří mají podobné somatické znaky charakteristické pro dané sportovní odvětví, kterému se věnují (Přidalová & Zapletalová, 1997).

Fotbal je sportovním odvětvím, kde jsou hráči vystavováni velké zátěži, musí mít na vysoké úrovni rozvinuty všechny složky kondičních schopností, technické schopnosti vysokou úroveň psychických schopností, výborně na tom musí být také po technické a taktické stránce. Fotbalisté by měli také splňovat určité požadavky na tělesné složení. Jedná se především o množství tělesného tuku, dále o množství tukuprosté hmoty. Nesmíme také zapomínat na parametry týkající se stavby těla, protože na základě výškových a hmotnostních parametrů se dá také určit, jaké má hráč přednosti. To lze poté využít k přizpůsobení taktiky směrem k typologii hráčů. Pro hráče určité pozice na hřišti (útočník, záložník, obránce, brankář) je výhodou, když splňuje určité požadavky na výškové, hmotnostní parametry dále na množství tuku a tukuprosté hmoty. I když se v dnešním fotbale klade velký důraz na univerzálnost hráčů, není na základě jeho tělesných parametrů možné, aby byl schopen zahrát na všech postech výborně.

Složení těla fotbalistů může ovlivnit jejich výkon ve hře a také jejich úspěch. Množství tělesného tuku má vztah k síle a rychlosti hráče a vnitřní teplotě těla hráče, tyto vztahy poté ovlivňují výkon. Množství tělesného tuku slouží jako jeden z indikátorů zdraví a užívá se také jako jedno z nejdůležitějších kritérií pro optimální výkon u vysoce trénovaných sportovců (Orhan, Sagir, & Zorba, 2013).

Sledování tělesného složení nám může sloužit ke sledování změn jednotlivých parametrů v rámci ročního tréninkového cyklu nebo jako indikátor tělesné zdatnosti a celkového zdraví (Warner, Fornetti, Jallo, & Pivarnik, 2004). Tuková tkáň je v nadměrném množství sportovci na obtíž, protože tělo sportovce musí neustále překonávat gravitaci při pohybu po hřišti i při výskocích. Během pohybové činnosti tak vznikají zvýšené požadavky na energetický výdej a je snížena výkonnost (Carbuhn et al., 2010).



Fotbalisté dorosteneckých kategorií vrcholových týmů by se měli svými výkony, schopnostmi a tělesným složením přibližovat hráčům mužské kategorie. Jedná se především o hráče starších dorostenců (U18 a U19), kteří by měli být na úrovni mužských hráčů. Důvodů je několik, blíží se přechod do mužské kategorie, velké množství hráčů dorostenecké kategorie nastupuje za rezervní tým, nebo v juniorské lize, kde se utkávají s mužskými protihráči. Ti nejlepší se již mohou objevovat na trénincích či v zápasech za „A“ tým, kde by se bez výborných výkonů závislých mimo jiné na tělesném složení neobešli.

Tato bakalářská práce se zabývá vybranými parametry tělesného složení fotbalistů mládežnických reprezentací ČR v kategoriích mladšího a staršího dorostu (U16 – U19), stanovených bioelektrickou impedanční analýzou prostřednictvím přístroje InBody 720.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Tělesné složení

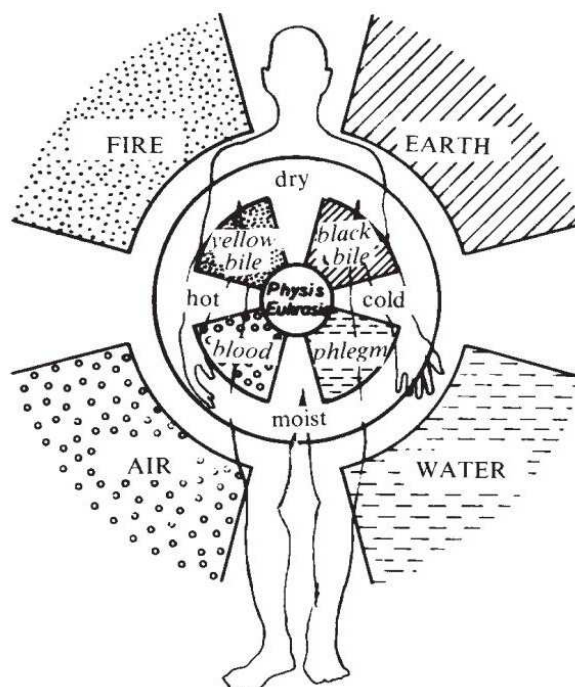
Na složení organismu se odráží celoživotní hromadění živin a dalších substrátů získaných z životního prostředí a uchovávaných v lidském těle. Tyto komponenty jsou v rozmezí od prvků po tkáň a orgány stavebními kameny, které dávají všem živým věcem hmotnost, tvar a funkci. Techniky analýzy tělesného složení umožňují vědcům studovat, jak tyto stavební kameny fungují a jak se s věkem a metabolickým stavem mění (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005).

Tělesné složení je ovlivňováno geneticky, pohybovou aktivitou, zdravotním stavem a výživou. Efektivitu působení tělesné zátěže na organismus posuzujeme ze somatometrického hlediska především změnami komponent tělesné hmotnosti. Při zatěžování organismu by mělo docházet k narůstání svalové složky a úbytku tukové složky. Tělesné složení je vedle míry zatěžování ovlivňováno také geneticky, výživovými zvyklostmi a také zdravotním stavem. Pokud chceme zjistit účinnost (efektivitu) tělesného zatížení, jestli působí změny v tělesném složení anebo je neefektivní, můžeme zjišťovat pravidelným měřením tělesného složení vhodnou metodou měření (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Měření a pravidelné sledování tělesného složení využívají vrcholové sportovní kluby pro své sportovce. Těmito pravidelnými měřeními se zjišťuje, zda se sportovci tréninkem přibližují parametrům charakteristickým pro dané sportovní odvětví. Vedle využití ve sportu se měření tělesného složení využívá pro zjištění tělesného složení především u osob v období růstu a stárnutí, osob s metabolickými onemocněními, tělesně postižených osob a osob s psychickými poruchami. Metabolická onemocnění jsou způsobena poruchami látkové přeměny. Látky v těle nejsou v rovnováze, je jich nedostatek nebo nadbytek. Příkladem metabolických onemocnění jsou diabetes mellitus, ateroskleróza, apod.

Základním morfologickým parametrem, ze kterého je nutno vycházet při hodnocení dynamiky lidského pohybu, je hmotnost těla. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je však nutno zkoumat i jeho komponenty (frakce), které lze z hlediska pohybových projevů označit jako aktivní a pasivní složky (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, 24).

### 2.1.1 Historie tělesného složení

Výzkum složení těla má svůj počátek několik století zpět s kořeny sahajícími až do starověku. První zmínky o složení těla sahají až do roku 400 před naším letopočtem do starého Řecka. Řekové věřili, že jsou lidé tvořeni ze čtyř základních prvků vesmíru: vody, ohně, vzduchu a země (Obrázek 1). Tyto prvky mohly být horké, studené, vlhké nebo suché. Jídlo a pití bylo v průběhu trávení převedeno do čtyř tělesných šťáv, kterými byly: krev, hlen, bílá žluč a černá žluč (Heymsfield, 2008; Schultz, 2002). Podobné rozdělení bylo i u čínských učenců, kteří rozdělili tělo na 5 prvků: kov, dřevo, vodu, oheň a zemi. Dobrého zdravotního stavu bylo dosaženo, když všechny tyto prvky byly v rovnováze. Jakákoliv nerovnováha znamenala nemoc (Wang, Wang, & Heymsfield, 1999).



Obrázek 1. Vztahy mezi prvky, které tvoří vesmír, jejich vlastnosti a šťávy vyskytující se v lidském těle podle starověkého řeckého modelu (upraveno podle Schultz, 2002).

V pozdější době vydal perský učenec Avicenna (980-1037 n. l.) knihu *Canon Medicinæ*, kde poskytuje své znalosti velikosti orgánů. Pět set let později hlásí své informace o hmotnosti a velikosti orgánů ve svém traktátu *De humani corporis fabrica anatom* a lékař Andreas Vesalius. Jako odvětví moderní vědy má za sebou studium lidského tělesného složení historii přibližně 150 let. Tuto éru můžeme rozdělit na dvě období, jsou to raná a současná fáze.

Raná fáze studia tělesného složení byla přibližně v letech 1850 až 1950. Rozvoj v této fázi souvisí s vývojem jiných vědních oborů, jako je anatomie, chemie, výživa. Velký pokrok ve studiích složení těla udělal německý chemik Justus von Liebig (1803 – 1873), který zjistil, že lidské tělo obsahuje mnoho látek přítomných v potravinách, také že tělní tekutiny obsahují více sodíku a méně draslíku než tkáň. Studium probíhalo stále převážně na mrtvolách. V tomto období došlo také k vývoji různých metod měření různých tělesných komponent a rozvoji znalostí o výživě a jejím vlivu na tělesné složení. Jednou z významných metod byla myšlenka frakcionace tělesného složení, která patří českému antropologovi Matiegkovi (1921). Ten navrhl rozdělení tělesné hmotnosti na 4 složky: hmotnost skeletu – O (ossa), hmotnost kůže – D (derma), hmotnost kosterního svalstva – M (musculi) a hmotnost zbytku – R (reziduum) (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wang, Wang & Heymsfield, 1999). Z oblasti zkoumání výživy a vlivu na zdraví a tělesné složení probíhal velký výzkum vedený Ancelem Keysem a jeho kolegy, známý jako Minnesotský experiment. Tento experiment zahrnoval sledování 36 dobrovolníků, kteří se nejprve stravovali podle svých zvyků, poté byli podrobena hladovění a následně opětovně zvýšení příjmu potravy. Dobrovolníci museli dodržovat pohybový a stravovací režim, při hladovění jim byl snížen příjem potravy na polovinu. Při hladovění došlo ke ztrátě až 25 % tělesné hmotnosti. Důvodem tohoto výzkumu bylo hladovění během druhé světové války, jeho cílem bylo zjistit fyzické a psychické dopady hladovění u civilistů. Tento experiment měl ukázat, jak nejlépe pomoci civilistům po válečném hladovění. Ancel Keys a jeho kolegové vydali k tomuto výzkumu podrobnou publikaci - *The biology of human starvation* (Kalm & Semba, 2005).

Současná fáze studia tělesného složení se datuje od roku 1960 do současnosti. V tomto období se objevují nové metody pro výzkum složení těla a především nové přístroje pro zobrazení. Dále bylo prokázáno, že spousta akutních nemocí či úmrtí se projevují změnou tělesného složení. V následujících letech roste množství publikovaných článků a časopisů souvisejících s tělesným složením. Zatímco v šedesátých letech 20. století bylo publikováno průměrně 56 článků za rok, v 70. letech to bylo 77 a v 80. letech 110, v prvních osmi letech 90. let 20. století to bylo 289 článků za rok v průměru. Vývoj neustále pokračuje a odborných článků přibývá. Nové trendy tělesného složení potvrzují blízký vztah mezi složením těla, biologií člověka, výživou a medicínou.

Mezi velká jména historie tělesného složení patří J. von Liebig, J. Matiegka, A. Behnke, F. Moore, A. Keys, S. J. Fomon, W. E. Siri, G. Forbes, S. Cohn, G. N. Houndsfield, A. F.

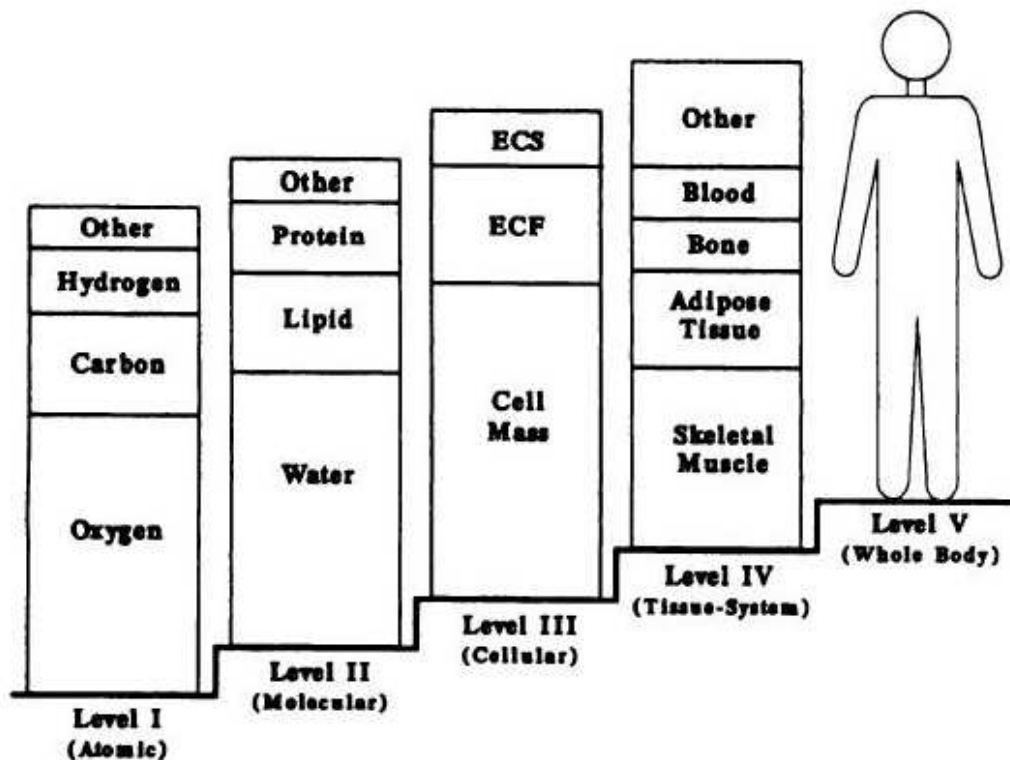
Roche, F. Bloch, E. M. Purcell, P. Lauterbur, R. Damadian (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005; Wang, Wang, & Heymsfield, 1999). Jsou to vědci, kteří přispěli novými poznatky, metodami nebo přístroji, které slouží ke zjištění tělesného složení.

### **2.1.2 Modely tělesného složení**

Původní vnímání komponent tělesného složení bylo z pohledu anatomického nebo chemického. Z pohledu anatomického modelu je tělo tvořeno kostmi, svaly, tukovou tkání, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Z pohledu chemického modelu je tělo tvořeno vodou, tukem, sacharidy, bílkovinami a minerály. Anatomický a chemický klasifikační systém jsou preferovány v různých případech. Anatomický se využívá v případech, které se týkají vlastní otázky tělesného složení. Chemický se využívá v otázkách energetických zásob těla.

### **Pětiúrovňový model**

Jde o komplexní model lidského těla, který se skládá z pěti různých úrovní (Obrázek 2). Tyto úrovně mají rostoucí složitost a každá má jasně definované složky, které tvoří celkovou tělesnou hmotnost. Na základě nových metod odhadu tělesného složení rozlišujeme pět úrovní tělesného složení: anatomický, molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový model (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wang, Heymsfield, Pi-Sunyer, Gallagher, & Pierson, 2008; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).



Obrázek 2. Pětiúrovňový model tělesného složení (upraveno podle Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).

### Anatomický model

Tento model rozděluje tělo na jednotlivé prvky, ze kterých se tělo skládá. Tělesná hmotnost je tvořena z 98 % šesti prvky, kterými jsou kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor. Zbýlá dvě procenta jsou tvořena dalšími prvky, mezi které patří například magnesium, síra, chlór, draslík a sodík. Analýza probíhala chemicky na mrtvolách. Rekonstrukce složení prvků je prováděna neutronovou aktivační analýzou (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesná hmotnost = O + C + H + N + Ca + P + R

O – kyslík, tvoří přibližně 60 % tělesné hmotnosti, C – uhlík, H – vodík,

N – dusík, Ca – vápník, P - fosfor

R – 44 prvků, které tvoří zbylá 2 % tělesné hmotnosti

## **Molekulární model**

Lidské tělo je vytvořeno z více než sto tisíc sloučenin, které vznikají z 11 hlavních prvků. Komponenty hmotnosti těla jsou: voda, lipidy, glykogen, proteiny a minerály. Celkovou tělesnou vodu můžeme měřit izotopovou diluční metodou, kostní minerály duální fotonovou absorpcí.

## **Buněčný model**

Tento model je tvořen spojením jednotlivých molekulárních komponent v buňky, které tvoří živý organismus. Buňky mají charakteristiku života, včetně metabolismu, růstu a rozmnožování. I přesto, že  $10^{18}$  buněk dospělého lidského těla má mnoho společných znaků, jsou velké rozdíly ve velikosti, tvaru, metabolismu, elementárním a molekulárním složení. Každá buňka je přizpůsobena své specifické funkci. Na základě těchto funkcí rozlišujeme buňky pojivové, epiteliální, nervové a svalové (Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992). Významná komponenta je extracelulární tekutina (ECT), která obklopuje buňky a slouží k přenosu živin, výměně plynů a vylučování metabolických zplodin. ECT je tvořena plazmou a intersticiální (vymezenou) tekutinou. Hmotnost těla můžeme vyjádřit rovnicí:

hmotnost těla = BM + ECT + ECPL+ buňky tukové tkáně.

BM – pojivové, svalové, nervové a epiteliální buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

ECPL – organické + anorganické látky (extracelulární pevné látky)

Měření extracelulární a plazmatické tekutiny lze provést např. neutronovou aktivační analýzou a izotopovou diluční metodou (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

## **Tkáňově-systémový model**

Komponenty z předchozího modelu = buněčného, vytvářejí tkáně, orgány a systémy. Tento model je založen na organizaci molekul do tukové, svalové a kostní tkáně. V těle je 9 hlavních systémů, ty tvoří celkovou tělesnou hmotnost.

Hmotnost těla = muskuloskeletální + kožní + nervový + oběhový + dýchací + zažívací + vyměšovací + reprodukční + endokrinní systém.

I když bylo na této úrovni zjištěno mnoho informací, pochází většina studií ze zkoumání mrtvol. Metody pro zjišťování komponent tohoto modelu jsou například tomografie, vylučování kreatinu za 24 hodin a neutronová aktivační analýza (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

### **Celotělový model**

Celotělový model zahrnuje antropometrická měření. Měřeními zjistíme podrobné výsledky o tělesné výšce a hmotnosti, z nich vytváříme hmotnostně-výškové indexy. Dále měříme šířkové, délkové a obvodové rozměry, kožní řasy a objem těla, z nějž zjistíme denzitu těla. Ta vypovídá o depotním tuku a aktivní tělesné hmotě (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006; Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992).

V klinické a antropologické praxi se používá techniky dvoukomponentového, tříkomponentového nebo čtyřkomponentového modelu. Dvoukomponentový model je z klinického a praktického pohledu nejpoužívanějším. Tento model dělí tělo na dvě komponenty: FFM (fat-free mass – tukuprostá hmota) a FM (fat mass – tuk). Tukuprostá hmota má své chemické složení relativně konstantní, ze 72 – 74 % je tvořena vodou, obsahuje u žen 50 – 60 mmol/kg draslíku a 60 – 70 mmol/kg draslíku u mužů. Při 37 °C je její denzita 1,10 kg/l. Denzita tuku při stejné teplotě je 0,90 kg/l, navíc tuk neobsahuje vodu ani draslík. Tříkomponentový model determinuje v tělesném složení vodu, tuk a sušinu (proteiny a minerály). Pro praxi se model zjednodušuje na podíl kostní tkáň, svalstva a tuku. Čtyřkomponentový model rozděluje tělesnou hmotnost na tuk, extracelulární tekutinu, minerály a buňky (Dorhöfer & Pirlich, 2007; Heymsfield, 2009; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

#### **2.1.3 Vývoj tělesného složení**

##### **Tuk (Fat mass – FM)**

Tuk je nejvíce proměnlivou komponentou hmotnosti. Nebezpečné je mít příliš nízké nebo příliš vysoké množství podkožního tuku. Při vysokém množství podkožního tuku se obecně jedná o obezitu, ta má za následek různá onemocnění a zdravotní problémy. Nadváha a obezita jsou spojeny s inzulínovou resistencí, vysokým krevním tlakem, při obezitě dochází ke kardiovaskulárním, psychosociálním a ortopedickým poruchám. Pokud má jedinec nízké množství podkožního tuku, může to mít za následek zdravotní rizika spojená s dysfunkcemi, protože zachování základních fyziologických funkcí je závislé na určitém množství tuku.



Během vývoje jedince se množství podkožního tuku mění. V dětství nejprve množství podkožního tuku u obou pohlaví ubývá, během střední fáze dětství se začínají objevovat rozdíly mezi mužským a ženským pohlavím v množství podkožního tuku. Ženské pohlaví má většinou větší zastoupení podkožního tuku než mužské, v období puberty až adolescence jsou rozdíly nejvíce viditelné. K mírnému nárůstu podkožního tuku dochází u chlapců v závěru prepupertálního období (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Tabulka 1 zobrazuje zastoupení tukové hmoty v různých věkových kategoriích a zastoupení tuku u sportujících osob.

Tabulka 1. Doporučení % zastoupení tělesného tuku pro děti a dospělé a sportující osoby (upraveno dle Heyward & Wagner, 2004)

<b>DOPORUČENÉ % ZASTOUPENÍ TĚLESNÉHO TUKU PRO DĚTI A DOSPĚLÉ</b>					
	<b>Nedoporučeno</b>	<b>Nízké</b>	<b>Střední</b>	<b>Vysoké</b>	<b>Obesita</b>
<b>MUŽI</b>					
6 – 17 let	<5	5-10	11-25	26-31	>31
18 – 34 let	<8	8	13	22	>22
35 – 55 let	<10	10	18	25	>25
Nad 55 let	<10	10	16	23	>23
<b>ŽENY</b>					
6 – 17 let	<12	12-15	16-30	31-36	>36
18 – 34 let	<20	20	28	35	>35
35 – 55 let	<25	25	32	38	>38
Nad 55 let	<25	25	30	35	>35
<b>DOPORUČENÉ % ZASTOUPENÍ TĚLESNÉHO TUKU PRO FYZICKY AKTIVNÍ DOSPĚLÉ</b>					
	<b>Nízké</b>	<b>Střední</b>	<b>Vysoké</b>		
<b>MUŽI</b>					
18 – 34 let	5	10	15		
35 – 55 let	7	11	18		
Nad 55 let	9	12	18		
<b>ŽENY</b>					
18 – 34 let	16	23	28		
35 – 55 let	20	27	33		
Nad 55 let	20	27	33		

Charakteristiky, ze kterých jsou vytvořeny metody odhadu množství tuku lze stanovit přesně, ale do výpočtu významně vstupuje populační skupina, od které je rovnice pro odhad odvozena (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

## **Celková tělesná voda (Total body water – TBW)**

Tělesná voda je nejdůležitější komponentou tělesné hmotnosti. Množství tělesné vody je podřízené tělesné hmotnosti, pohlaví a věku. V průběhu vývoje jedince se množství tělesné vody mění. Kojenci mají průměrné množství tělesné vody v rozmezí 80 – 85 %, dítě 75 %, dospělý muž 63 %, dospělá žena 53 %. Nejvíce vody nalezneme v krvi a dalších tělesných tekutinách, svalové tkáni a kůži. V krvi a tělesných tekutinách je 91 – 99 % vody, ve svalové tkáni 75-80 %. V tukové tkáni je asi 10% a v kostech 22% zastoupení vody (Rokyta et al, 2000).

Důležité je také sledování částí celkové tělesné vody, tedy extra- a intracelulární tekutiny. Jejich poměr se během vývoje jedince mění. Intracelulární tekutina (ICW) je nitrobuněčná voda a u dospělého muže zastupuje asi 40 % tělesné hmotnosti, což je 66 % celkové tělesné vody. Extracelulární tekutina (ECW) je mimobuněčná voda a tvoří 20 % tělesné hmotnosti. Distribuce vody u žen je nižší, extracelulární tekutina zastupuje 21 % a intracelulární 32 % tělesné hmotnosti.

V prenatální fázi vývoje se množství TBW snižuje, od narození do přibližně 12. roku je podíl TBW poměrně konstantní, bez větších rozdílů mezi pohlavími. K rozdílům mezi pohlavím dochází v postpubertálním období. U dívek se míra hydratace snižuje, naopak u chlapců se hydratace zvyšuje. Podíl ECW se významně nemění, podíl ICW u chlapců narůstá, u dívek klesá v období mezi dvanáctým a osmnáctým rokem. S věkem dochází k poklesu míry hydratace (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělo může vodu přijímat vypitím nápoje, z potravy a malé množství může vznikat při oxidačních procesech v těle. Naopak ztráty tělesných tekutin jsou při močení, pocení, formou vodních pár při dýchání a stolicí. Míra ztráty pocením závisí na intenzitě tělesné zátěže.

## **Tukuprostá hmota (Fat Free Mass – FFM)**

Tukuprostá hmota je různorodou složkou. K jednotlivým částem FFM patří svalstvo, kostra a ostatní tkáně. Vzájemný poměr jednotlivých částí tukuprosté hmoty je proměnný a je ve vztahu k věku, pohybové aktivitě, vnitřním a vnějším faktorům. Hmotnost tukuprosté hmoty je podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) tvořena svalstvem (60 %), opěrnými a pojivovými tkáněmi (25 %), vnitřními orgány (15 %). Rozlišujeme tři typy svalové tkáně – kosterní svaly (příčně pruhované), hladké svaly a srdeční sval. Tělesná

hmotnost je tvořena přibližně 40% kosterními svaly, 10 % tělesné hmotnosti tvoří svaly hladké a srdeční sval (Rokyta, 2000).

#### **2.1.4 Metody odhadu tělesného složení**

Metody odhadu tělesného složení se rozdělují na metody laboratorní a terénní. K nejvíce využívaným laboratorním metodám patří denzitometrie, metoda DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry – duální rentgenová absorpciometrie), hydrostatické vážení, popřípadě hydrometrie a měření celkového tělesného draslíku. DEXA je nejpřesnější metodou tělesného složení a proto je využívána jako srovnávací metoda.

##### **2.1.4.1 Bioelektrická impedance (BIA – Bioelectrical Impedance Analysis)**

Tato metoda patří mezi terénní metody, je neinvazivní a relativně levná. BIA je metoda, která se v posledních letech velmi rozšířila po celém světě. Je používána u zdravých osob, sportovců i pacientů s klinickými nálezy (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Bioelektrické impedanční analyzátoři používají střídavý elektrický proud, který vstoupí do těla při nízké a bezpečné velikosti. Metoda bioelektrické impedance je pak založena na rozdílném šíření takového elektrického proudu v různých biologických strukturách. Vodičem v těle je voda a bioelektrické impedanční analyzátoři měří impedanci tělesné vody. Jak již bylo řečeno, z chemického hlediska obsahuje tukuprostá hmota (FFM) velké množství vody (72 – 74 %), tudíž je dobrým vodičem elektrického proudu. Naproti tomu tuk se chová jako izolátor, protože v něm voda není obsažena. Podle Heymsfielda, Lohmana, Wanga a Goinga (2005) BIA závisí na několika statických předpokladech a dynamických vztazích týkajících se elektrických vlastností těla, kterými jsou jeho hydratace, hustota, věk, rasa, pohlaví a fyzická kondice, které jsou hodnoceny.

Při měření bioelektrickou impedanční analýzou, je tělo považováno za válec, pokud známe výšku těla (délka) a hodnotu impedance, můžeme vyjádřit celkovou tělesnou vodu. Z toho vyplývá, že základní proměnnou je celková tělesná voda (TBW – total body water). Impedance je frekvenčně závislý odpor vodiče při toku střídavého elektrického proudu a je určena vztahem mezi vektorem rezistence ( $R$ ) a reaktance ( $X_C$ ). Tukuprostá hmota se projevuje nízkou impedancí. Tuková hmota má vysokou impedanci, která je specifickým odporem (rezistencí), který je úměrný objemu vody. Ve výpočtu je důležitá reaktance a fázový úhel  $\alpha$  (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Na obrázku 3 můžeme vidět vztahy mezi vektory impedance, reaktance, rezistence a frekvencí. Rezistence je čistý odpor

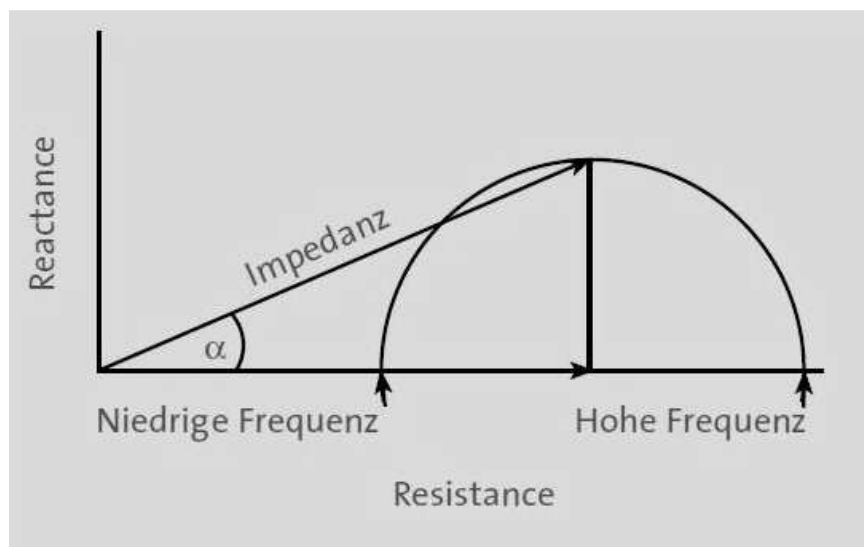
vodiče při střídavém proudu a reaktance je závislá na frekvenci elektrického proudu. Rovnice pro výpočet vektoru impedance je podle Heymsfielda, Lohmana, Wanga a Goinga (2005) dána vztahem  $Z^2 = R^2 + X_C^2$ . Odpor (R) v těle je stejný jako odpor v nebiologickém vodiči. Reaktance je způsobena kapacitním účinkem buněčných membrán, tkáňových rozhraní a neiontových tkání, které zpomalují část elektrického proudu. Elektrický proud prochází přes extracelulární (ECW – extracellular water) a intracelulární (ICW – intracellular water) tekutinu různě v závislosti na aktuální frekvenci. Jak se zvyšuje frekvence, vstupuje proud také do intracelulárního prostoru, kde kapacitní aspekty těla (např. buněčné membrány) zpomalují proud, což způsobí reaktanci. Určení a rozlišení rezistence a reaktance je možná na základě měření fázového úhlu  $\alpha$ . Z naměřené impedance je poté za pomoci regresivních rovnic vypočítána množství tuku v organismu a tukuprosté hmoty. Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) je tukuprostá hmota určena jako rozdíl mezi celkovou tělesnou hmotností a hmotností tukové složky a je vypočítána na základě rovnice:

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

(0,732 vyjadřuje průměrnou hydrataci dospělého člověka= 73,2 %)

Hmotnost tukové hmoty (FM) je vypočítána odečtením hmotnosti tukuprosté hmoty od celkové tělesné hmotnosti.

Hmotnost tuku = celková tělesná hmotnost – hmotnost tukuprosté hmoty



Obrázek 3. Vektory impedance (upraveno podle Dorhöfer & Pirlich, 2007).

Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006, 39) „Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje analýzu hmotnosti ve smyslu: tukové složky, aktivní tělesné hmoty, obsahu celkové vody, obsahu extracelulární a intracelulární vody, stupně bazálního metabolismu“.

BIA může být monofrekvenční bioelektrická impedance (SF-BIA) a multifrekvenční bioelektrická impedance (MF-BIA). Monofrekvenční impedanční analyzátor pracuje s frekvencí 50 kHz. Pomocí SF-BIA můžeme zjistit celkovou tělesnou vodu (TBW), tukuprostou hmotu (FFM) a tukovou hmotu (FM). Monofrekvenční impedanční analyzátoři jsou omezeni v schopnosti rozlišit distribuci vody v těle do intra- a extracelulárních prostorů. Naopak multifrekvenční analyzátoři mají schopnost rozlišit celkovou tělesnou vodu, intra- i extracelulární tekutiny, popisují rovnováhu a posun tekutin a mohou sloužit ke zkoumání rozdílů v hydrataci. Multifrekvenční impedanční analyzátoři pracují s širokým spektrem frekvencí nebo s kombinací několika frekvencí. Podle Heymsfielda, Lohmana, Wanga a Goinga (2005) je nejvhodnější kombinace frekvencí pro odhad tělesného složení pomocí multifrekvenční impedanční analýzy zkoumána, zároveň přidávají hodnoty frekvencí z dosavadních studií různých autorů.

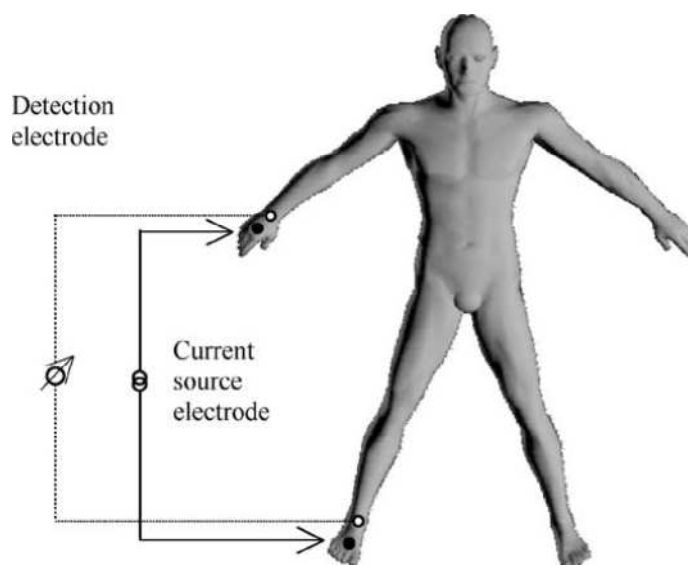
Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) je v komerční sféře využíváno měření pomocí bipolárních nebo bipedálních přístrojů (Obrázek 4 a 5). Bipolární jsou ruční a měří pouze horní část těla, bipedální jsou nožní a měří dolní část těla. Většina komerčně vyráběných přístrojů pro měření bioelektrické impedance jsou s frekvencí 50 kHz a proudem o velikosti 800  $\mu$ A. Pro měření horní i dolní části těla současně se využívá tetrapolárních přístrojů, které mají čtyři elektrody. Umístění elektrod je zobrazeno na obrázku 6. Thomas (1992) uvádí, že 2 z elektrod jsou hnací – mezi nimi je veden konstantní střídavý proud. Druhé 2 slouží k měření poklesu výsledného napětí v důsledku tělesného odporu vůči proudu. Při měření přístroji, kde jsou umístěny elektrody na jedné straně těla, bychom měli dávat přednost měření na pravé straně, protože výsledky měření na pravé a levé straně se liší.



Obrázek 4. Bipolární přístroj (upraveno podle [www.inbody.cz](http://www.inbody.cz))



Obrázek 5. Bipedální přístroj (upraveno podle [www.inbody.cz](http://www.inbody.cz))



Obrázek 6. Standardní umístění elektrod tetrapolárního přístroje na horní a dolní končetinu, Current source electrode – elektrody vedoucí elektrický proud, Detection elektrode – detekční elektrody (upraveno podle Kyle et al., 2004)

Pokud chceme mít vyšší přesnost měření, měly by měřené osoby splnit standardní podmínky. Mezi tyto podmínky podle Heywardové a Wagnera (2004) patří:

- nejméně 4 h před testem by neměla testovaná osoba jíst;
- nejméně 12 hodin před testem by neměla testovaná osoba cvičit;
- nejméně 48 hodin před testem by neměla testovaná osoba pít alkohol;
- nejméně 7 dní před testem neužívat žádné močopudné látky;
- neměli by se testovat ženské klientky, které vnímají, že ve své fázi menstruačního cyklu zadržují vodu.

K přístrojům, které využívají metody bioelektrické impedanční analýzy, patří například výrobky firem Tanita a Biospace. Tanita je firma, která byla založena již v roce 1923 a vyrábí různé přístroje týkající se sledování zdravotního stavu a pohybové aktivity. Jedná se o různé krokoměry, domácí váhy, až po profesionální analyzátory. K těmto profesionálním analyzátorům, které měří segmentální tělesné složení metodou BIA, patří přístroje Tanita BC 418, MC 780 a MC 980. Firma Biospace byla založena v roce 1996 a zabývá se výrobou přístrojů pro měření tělesného složení. Mezi jejich produkty nalezneme osobní váhy, tlakoměry, ale také profesionální analyzátory. Mimo jiné vyrábí analyzátory InBody 720 a InBody 230. Přístroj InBody 720 je popsán v této bakalářské práci v části metodika, protože byl použit pro měření fotbalistů. Přístroje obou uvedených firem jsou si podobné po vzhledové stránce podobné, rozdíl najdeme u jednotlivých přístrojů především v množství použitých frekvencí, v použití moderních displejů a možnosti připojení přístroje k počítači různými způsoby.

### **Tanita BC 418**

Tanita BC 418 je monofrekvenční analyzátor, který dokáže měřit celkové tělesné složení i složení jednotlivých segmentů (pravá a levá horní končetina, trup, pravá a levá dolní končetina), zobrazena je na obrázku 7. Při měření celkového tělesného složení zjistí hodnoty hmotnosti, BMI, bazálního metabolismu, tělesného tuku, procentního zastoupení tělesného tuku, tukuprosté hmoty, celkové tělesné vody, útrobního tuku a cílové hodnoty. U segmentů naměříme procentní zastoupení tuku v daném segmentu, množství tukové hmoty, tukuprosté hmoty a zjistíme předpokládané zastoupení svalové hmoty. Jedná se o přístroj, který má 8 elektrod, čtyři se nacházejí na podložce, na kterou si měřená osoba stoupá, zbylé čtyři jsou ve dvou rukojetích (2 elektrody v každé z rukojetí). Měření procentního zastoupení tělesného tuku je možné od 1 % do 75 %, s přírůstkem o 0,1 %. Hmotnost je možné vážit do 200 kg,

s přírůstky o 0,1 kg. Data, která naměříme, můžeme vytisknout pomocí zabudované tiskárny, nebo přenést do počítače k dalšímu zpracování. Svými malými rozměry a rychlostí (analýza za 30 s) je vhodná pro použití ve fitness centrech a zařízeních zabývajících se výživou (Tanita, 2014).



Obrázek 7. Tanita BC 418 (upraveno podle [www.tanita.com](http://www.tanita.com))

### **Tanita MC 780**

Jedná se o multifrekvenční bioelektrický impedanční analyzátor, který slouží k okamžitému zjištění stavu tělesného složení klienta a využívá k měření 3 frekvence. Tanita MC 780 obsahuje 8 elektrod, 2 elektrody na každou končetinu, lze měřit segmentální složení těla (Obrázek 8). Výhodou multifrekvenčního přístroje je, že vedle tělesného tuku, procentního zastoupení tuku, celkové tělesné vody, tukuprosté hmoty, svaloviny, množství útrobního tuku a dalších parametrů, můžeme měřit i ICW a ECW. Segmentální analýzou zjistíme zastoupení tuku, procentní zastoupení tuku, množství tukuprosté hmoty a svaloviny. Tento přístroj má velký interaktivní displej, zabudovanou čtečku SD karet. Výsledky jsou ihned vidět na displeji, můžeme si je vytisknout nebo uložit do počítače ke zpracování. Je konstruován do hmotnosti 270 kg, přírůstky hmotnosti jsou po 0,1 kg. Přírůstky při měření



tělesného tuku jsou o 0,1 kg. Výhodou je rychlost měření, které trvá okolo 20 sekund (Tanita, 2014).



Obrázek 8. Tanita MC 780 a její displej (upraveno podle [www.tanita.com](http://www.tanita.com))

### **Tanita MC 980**

Analyzátor tělesného složení založený na metodě BIA. Je to multifrekvenční přístroj, který pracuje s šesti frekvencemi (1, 5, 50, 250, 500, 1000 kHz), má 8 elektrod. Můžeme měřit tělesné složení jednotlivých segmentů, zjistíme zastoupení tělesného tuku, procentní zastoupení tuku, množství svalové hmoty. Tanita MC 980 při měření celkového tělesného složení změří množství celkové tělesné vody, tuku, procentního zastoupení tuku, tukuprosté hmoty, svalové hmoty, extra- a intracelulární vody, dále impedanci, fázový úhel, BMI, bazální metabolismus, metabolický věk a poměr mezi ECW/ICW (Obrázek 9). Výsledky se zobrazují na dotykovém displeji, můžeme je vytisknout nebo uložit do počítače k dalšímu zpracování. Celé tělo dokáže změřit do třiceti sekund. Nejvyšší hmotnost, kterou zvaží je 300 kg (Tanita, 2014).



Obrázek 9. Tanita MC 980 (upraveno podle [www.tanita.com](http://www.tanita.com))

### **InBody 230**

Tento přístroj používá pro měření 2 frekvence (20 a 100 kHz), měří oběma frekvencemi na všech pěti segmentech. Jedná se o tetrapolární přístroj s osmi elektrodami. InBody 230 podává výsledky o stavu celkové tělesné vody, tělesného tuku, procentního zastoupení tuku, svalové hmoty, tukuprosté hmoty, hmotnosti, bazálního metabolismu, ICW a ECW (Obrázek 10). Dále zjistíme WHR, množství proteinů a minerálů. O množství tuku, procentním zastoupení tuku, množství svalové hmoty, tukuprosté hmoty se dozvíme pomocí segmentální analýzy. Inbody 230 má dotykovou obrazovku. Hmotnost přístroje je 14,5 kg. Rozmezí hmotnosti je 10 až 250 kg, výšky 95 až 220 cm. Výsledky lze vytisknout nebo uložit do počítače. Analýza je provedena přibližně za 35 sekund (Biospace, 2009).



Obrázek 10. Příklad InBody 230 (upraveno podle [www.biospace.cz](http://www.biospace.cz))

#### **2.1.4.2 Další vybrané metody odhadu tělesného složení**

##### **DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry – Duální rentgenová absorpciometrie)**

Tato metoda bývá považována za referenční metodu. DEXA vysílá dva rentgenové paprsky a měří rozdíl v zúžení těchto paprsků při průchodu tělem. Na základě rozdílu poté zjistí, zda se jedná o kostní minerály nebo měkké tkáně a ty rozdělí na FM a FFM. Tato metoda slouží k získání informací o celkovém a segmentálním tělesném složení. Měření probíhá vleže na snímací ploše o rozměrech 60 x 190 cm, je tedy problém při snímání osob, které jsou vyšší nebo mají obezitu. Čím větší rozměry měřená osoba má, tím je přesnost nižší (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

##### **Ultrazvuk**

Ultrazvukové přístroje mění elektrickou energii v ultrazvukovou. Tato energie má vysokou frekvenci a je vysílána v krátkých impulzech. Metoda je založena na šíření ultrazvukové energie mezi tkáněmi a různých akustických vlastnostech tkání. Energie se vrací do přijímače, ta je přeměněna zpět na energii elektrickou a zobrazena na osciloskopu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

## Denzitometrie

Tato metoda je založena na dvoukomponentovém modelu. Podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) vychází tato metoda ze tří předpokladů. Těmito předpoklady jsou: samostatné denzity obou komponent u všech jedinců, stupeň hydratace tukuprosté hmoty a vztah kostních minerálů ke svalovým proteinům jsou poměrně stálé. V denzitně tukuprosté hmoty vzniká proměnlivost odchylkou v její hydrataci. Z celkové tělesné denzity je rovnicemi stanoven odhad tělesného tuku.

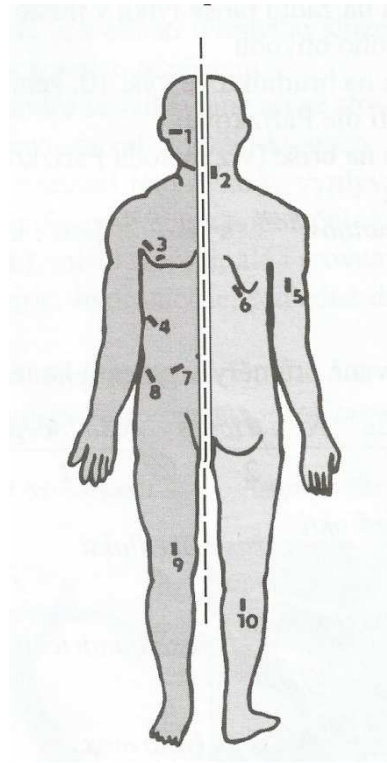
## Kaliperace

Pomocí této metody dochází k odhadu tělesného tuku na základě tloušťky kožních řas. Tloušťku kožních řas měříme pomocí kaliperu. To je speciální měřidlo, vzdáleně připomínající kleště. Mezi druhy kalibrů patří například kaliper typu Best, Harpenden nebo Somet. Přesnost této metody může být ovlivněna chybou měření, zvolenou regresivní rovnicí.

Různí autoři používají jiný počet kožních řas k odhadu tělesného tuku. Pařízková (1962) používá k odhadu deseti kožních řas, na základě změření kalibrem poté vypočítá regresivními rovnicemi podíl tuku. Tyto kožní řasy jsou na tváři pod spánkem (1), na krku mezi bradou a jazylkou (2), na hrudníku nad velkým prsním svalem (3), na hrudníku ve výšce desátého žebra (4), na paži nad tricipsem (5), na zádech pod dolním úhlem lopatky (6), na břichu (7), na boku nad hřebenem kosti kyčelní (8), na stehně nad patelou (9) a na lýtku (10) (Obrázek 11). Po zjištění množství tuku můžeme dopočítat podíl tukuprosté hmoty. Procentní zastoupení a množství kg tukuprosté hmoty spočítáme podle Riegerové, Přidalové a Ulbrichové (2006) následovně:

$$\% \text{ tukuprosté hmoty} = 100 - \% \text{ tuku}$$

$$\text{Tukuprostá hmota} = \text{tělesná hmotnost} - \text{tuková složka}$$



Obrázek 11. Umístění deseti kožních řas dle Pařízkové (upraveno podle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Pro odhad tukové složky jsou využívány různé druhy regresních rovnic. Ty využívají k výpočtům menší počet kožních řas. Mezi další známé metody pro odhad tělesného tuku pomocí výpočtů z tloušťky kožních řas patří například metoda odhadu podle Matiegky, Durnina a Womersleyho, Drinkwatera a Rosse, Lohmana, Vignerové a Bláhy (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

## 2.2 Fotbal

### 2.2.1 Charakteristika fotbalu

Fotbal je jeden z nejpopulárnějších sportů na světě, aktivně jej hrají miliony hráčů. Hrát fotbal mohou muži, ženy i děti a nezáleží vůbec na úrovni jejich schopností. Divácky je to také velmi atraktivní sport, který u obrazovek či na stadionech sleduje několik milionů diváků. Na vrcholové úrovni se jedná o sport, který je fyzicky velmi náročný. Hráči musí v utkání prokázat, že mají na vysoké úrovni nejen fyzickou kondici, ale také technické, taktické a psychické schopnosti (Novák, 2013; Śliwowski, Andrzejewski, Wieczorek, Barinow-Wojewódzki, Jadczyk, Adrian, Pietrzak, & Wieczorek, 2013).

Fotbal je kolektivní míčová sportovní hra, ve které proti sobě nastupují dvě družstva snažící se dosáhnout většího počtu vstřelených branek. Hráč by měl mít z kondiční složky rozvinuté rychlostní, vytrvalostní, silové, koordinační schopnosti a pohyblivost. Dnešní fotbal se neustále zrychluje, proto je potřeba, aby na to byli hráči připraveni. Špičkové české kluby využívají atletické přípravy vedené atletickými trenéry již od nejmladších kategorií. Ti je učí, jak správně běhat, provádí s nimi koordinační a frekvenční cvičení. Mezi další využívané tréninky patří gymnastická příprava. Gymnastický trenér se snaží rozvíjet všeobecné schopnosti. V pozdějším věku jsou v klubech kondiční trenéři, kteří pomáhají zlepšovat všechny složky kondice.

### **2.2.2 Stručná pravidla fotbalu**

Pravidla vydávaná pro Mezinárodní fotbalovou asociaci (FIFA- Fédération Internationale de Football Association) zpracovává Mezinárodní fotbalový výbor pro pravidla (IFAB-International Football Association Board). IFAB se skládá z jednoho zástupce za každou zemi Spojeného království a čtyř členů za Mezinárodní fotbalovou asociaci. Za Spojené království je člen z Fotbalové asociace (FA-Football Association, Anglie), Skotského fotbalového svazu (SFA-Scottish football association, Skotsko), Fotbalového svazu Walesu (FAW-Football association of Wales, Wales) a Irského fotbalového svazu (IFA-Irish Football Association, Irsko). Při jednáních a hlasováních musí s návrhem souhlasit alespoň tři čtvrtiny členů, to znamená 6 z 8 členů. Pravidla jsou vydávána oficiálně ve 4 jazycích, kterými jsou angličtina, němčina, španělština a francouzština. Do ostatních jazyků jsou pravidla překládána přímo fotbalovým svazem dané země. V České republice se o pořádání soutěžních utkání od nejvyšších až po nejnižší fotbalové soutěže, reprezentace a futsal stará Fotbalová asociace České republiky (FAČR). Oficiální překlad pravidel u nás tedy provádí FAČR.

FAČR se stará o spravedlivý chod utkání a proto do každého utkání deleguje rozhodčí. Utkání rozhoduje jeden hlavní rozhodčí a 2 pomezní rozhodčí, pokud je delegován, účastní se utkání ještě čtvrtý rozhodčí. Delegování čtvrtého rozhodčího se týká nejvyšších soutěží ČR. Hlavní rozhodčí se pohybuje po hrací ploše, k signalizaci využívá stanovená gesta rukou a píšťalku, popřípadě doplní signalizaci mluvou. Hlavní rozhodčí má neomezenou pravomoc k uplatnění pravidel. Pomezní rozhodčí se pohybují vně postranních čar, mají v rukou praporek, který slouží k signalizaci porušení nějakého z pravidel či předpisů, jejich signalizace je pomocí pro hlavního rozhodčího. Čtvrtý rozhodčí sedí mimo hrací plochu, je připraven nastoupit do utkání při zranění některého z rozhodujících rozhodčích. Ukazuje na

tabuli při střídání číslo hráče, který hráč bude střídán a číslo hráče, který na hrací plochu nastoupí. Tabule slouží také k zobrazení nastavovaného času.

Hráči se smí libovolně pohybovat po hřišti a snaží se dostat míč do branky soupeře. K pohybu míče po hřišti je povoleno používat nohy, hlavu a tělo avšak nesmí být použito rukou k jakémukoliv pohybu míče vyjma zvláštních pravidel. Zvláštní pravidla platí pro brankáře, kterým je dovoleno hrát rukama ve vymezeném pokutovém území. Hráči z pole se míče mohou rukama dotknout pouze v přerušené hře. To je při chystání míče na rozehrávání volných, pokutových a rohových kopů, dále při vřazování míče do hry zpoza postranní čáry. Pokud některý z hráčů zahraje míč rukou, je na hlavním rozhodčím posoudit jak potrestat hráče. Potrestání může být několika způsoby a to podle míry provinění (rozhodčí sleduje míru úmyslu zahrání rukou, místo kde došlo k zahrání rukou, apod.). Jako řešení se nabízí zahrávání volného kopu, pokutový kop, navíc může hráč obdržet trest formou udělení žluté nebo červené karty. Pokud zahraje brankář rukou mimo pokutové území, dostává automaticky červenou kartu.

Hraje se na travnatém hřišti (převážně přírodním), které musí splňovat podmínky, které stanovuje Fotbalová asociace České republiky. Podle Kureše a kolegů (2007) musí být hrací plocha obdélníkového tvaru, délka musí být minimálně 90 m a maximálně 120 m, šířka minimálně 45 m a maximálně 90 m. Pro mezinárodní utkání jsou rozměry hřiště stanoveny jinak, délka je 100-110 m a šířka 64-75 m. Na hřišti musí být vyznačeny viditelně čáry, delší se nazývá pomezí, kratší branková. Středem hřiště vede středová čára, která rozděluje hřiště na poloviny, uprostřed středové čáry je středová značka, ze které probíhá rozehrávání míče na začátku utkání, o poločase a po každé vstřelené brance. Na hřišti jsou vyznačena pokutová území (16,5 m směrem do hřiště a 16,5 m od tyče směrem k postranní čáře), ve kterých je brankářům dovoleno hrát rukama, je zde i značka pokutového kopu. Ta je od brankové čáry vzdálen 11 m. Uprostřed brankové čáry je na každé straně hřiště jedna branka, její rozměry jsou 2,44 m na výšku, 7,32 m na šířku.

V kopané nastupují družstva v počtu 11 hráčů na hřišti, ze kterých jeden musí být brankářem. Na lavičce náhradníků sedí hráči, kteří jsou připraveni vystřídat spoluhráče. Na lavičce může sedět maximálně sedm náhradníků, ze kterých smí nastoupit pouze tři hráči v profesionálních soutěžích a 5 hráčů v neprofesionálních soutěžích, pokud nestanovuje soutěžní řád nebo předpis soutěže jinak. Utkání může začít i v menším počtu než jedenáct hráčů, avšak počet hráčů nesmí klesnout pod sedm (6+1). Soupeřící týmy od sebe musejí být

znatelně odlišeni barvou dresů, přičemž brankáři musejí mít dres jiné barvy, než mají hráči z pole, rozhodčí i jeho asistenti.

Utkání je rozděleno na dva poločasy, o přestávce mají družstva čas na odpočinek (přestávka trvá maximálně 15 minut), potom si mění strany. Hrací doba jednoho poločasu je 45 minut, dohromady trvá utkání 90 minut. Hlavní rozhodčí může hrací dobu prodloužit v závislosti na prodlevách během hry (např.: střídání, zjišťování stavu zraněného hráče,...), zdržování hry, apod. Nastavuje se vždy v tom poločase, ve kterém došlo k prodlevám hry. Vše musí být na základě platných pravidel a předpisů. Pokud se musí v utkání rozhodnout o vítězi, hrají se navíc dva poločasy, každý o délce 15 minut. Pokud se nerozhodne o vítězi ani v prodloužení, následují pokutové kopy. Pokud nestanovují pravidla jinak, vybere každý tým 5 hráčů, kteří budou kopat penalty. Každý hráč kope jednou. Losem se určí, který tým bude zahrávat pokutové kopy jako první a který jako druhý. Pokud jeden z týmů nastřílí z pěti pokutových kopů více branek než soupeř, stává se vítězem, pokud se nerozhodne ani v těchto pěti pokusech na každé straně, pokračují penalty do té doby, než se rozhodne o vítězi.

Hraje se míčem, který musí splňovat několik podmínek. Především musí být míč kulatý, musí být kožený nebo z nějakého schváleného materiálu. Dále musí splňovat podmínky, kterými jsou: obvod 68 – 70 cm, hmotnost 410 – 450 g a vnitřní tlak 0,6 – 1,1 atmosfér.

Hra je zahájena výkopem, který probíhá ve středovém kruhu ze středové značky. Výkop probíhá vždy na začátku každého z poločasů, dále po každé vstřelené brance, pokud musí být v utkání znám vítěz, provádí se i na začátku každého poločasu prodloužení. Výkop na začátku utkání provádí družstvo, které získalo právo na výkop po losu. Na začátku druhého poločasu jej provádí druhé družstvo. Po brance rozehrává na středu vždy družstvo, které obdrželo branku. Branka platí, pokud míč přešel celým svým objemem brankovou čáru.

Hráči se mohou při soubojích o míč dopustit zakázané hry nebo nesportovního chování. Tato provinění trestá hlavní rozhodčí podle usouzení a podle ustanovení soutěže zahráváním přímého volného kopu, nepřímého volného kopu, pokutovým kopem nebo osobním trestem (napomenutí, vyloučení). Přímé a nepřímé volné kopy se zahrávají z místa přestupku. Z přímého volného kopu může být přímo dosaženo branky. Volné přímé kopy se nařizují ve prospěch soupeřova týmu například, pokud hráč kopne nebo se pokusí kopnout soupeře, podrazí nebo se pokusí podrazit soupeře, vrazí do soupeře nebo skočí na soupeře, plivne na soupeře, úmyslně zahraje míč rukou, apod. Zvláštním případem přímého volného kopu je některý z přestupků zahráný v pokutovém území. Pokud k takovéto situaci dojde, nařizuje



rozhodčí pokutový kop. Nepřímý volný kop se nařizuje, pokud brankář provede některý z přestupků jako je držení míče v rukou déle než 6 sekund, dotkne se míče rukou po úmyslné přihrávce od spoluhráče. Nepřímý volný kop rozhodčí nařídí také při hře nebezpečným způsobem na vlastní osobu nebo soupeře, bránění soupeři v pohybu, apod. Z nepřímého volného kopu nemůže padnout branka přímo. Míč musí být rozehrán nebo případná přímá střela musí být tečována některým z hráčů soupeře nebo spoluhráčů.

Důležitým pravidlem je také pravidlo o ofsajdu. V tomto případě musíme rozlišovat ofsajdovou pozici a ofsajd. Ofsajdová pozice hráče vznikne, pokud je hráč blíže soupeřově brance než míč a předposlední hráč soupeře. Posledním hráčem soupeře je myšlen brankář. Ofsajdem se rozumí situace, kdy hráč stojící v ofsajdové pozici v momentě, kdy zahraje míč spoluhráč nebo se jej spoluhráč dotkne, ovlivní hru, ovlivní soupeře nebo získá výhodu ze svého postavení. Výhoda ze svého postavení vznikne například při střele na bránu, brankář střelu vyrazí směrem k hráči, který byl v momentě kopu spoluhráče do míče v ofsajdové pozici. Hráč má náskok před obránci a mohl by být tedy při dorážení ve zvýhodněné pozici. Existuje několik situací, kdy se nejedná o ofsajd, i když je hráč v ofsajdové pozici. Je to při autovém vhazování a kopu od branky. Pokud rozhodčí zapíská ofsajd, bude družstvo, které se neprovinilo, zahrávat nepřímý volný kop z místa, kde k přestupku došlo.

### **2.2.3 Historie fotbalu**

Současná podoba fotbalu se podle dochovaných pramenů zrodila v šedesátých letech 19. století. Hry z dávných dob fotbal pouze vzdáleně připomínaly a jednalo se o různé varianty míčových her. Míč byl a je základem názvů několika sportů, např. basketball, handball, softball, football. V historii fotbalu a míčových her hrál míč velkou roli. Název fotbalu můžeme rozdělit na dvě slova: foot = spodní část nohy a ball = míč. V němčině se užívá výrazu der Fussball, což je obdobné jako v angličtině. Existují však země, které anglickou podobu názvu nepřijaly a využívají vlastních pojmů. V Itálii se hovoří o calcio, toto slovo vzniklo z calcare = šlapat. Čeština užívá vedle fotbalu také termín kopaná. V Polsku používají slovo piłka, v Chorvatsku nogomet. V USA sice používají slovo football avšak tento výraz se používá pro odlišný sport, který připomíná evropské ragby. Pro kopanou mají ve Spojených státech Amerických výraz soccer. Co se týká historie fotbalu jako hry, můžeme ji rozdělit na historii před rokem a po roce 1862.

### 2.2.3.1 Historie do roku 1862

Předchůdců fotbalu je mnoho, proto je obtížné říct, kde nalezneme úplně první zmínky o této hře. Nejstarší zprávy, kdy docházelo ke kopání do míče, jsou ze staré Číny a Egypta. Míč tehdy představovala koule ze zvířecí kůže. Hraní probíhalo ve staré Číně již za vlády císaře Huang-Ti téměř 2700 let př. n. l. Původně byla tato hra vymyšlena pro vojsko na zlepšování zdatnosti a nesla název ts'uh-küh (su-chu). Pravidla hry se nezachovala. Hra su-chu nakonec pronikla z táborů vojáků mezi lid, kde byla velmi oblíbená. Poslední dochované zmínky pochází z let 32-6 př. n. l. a tvrdí, že si hru oblíbil i tehdejší císař Šenk-Ti. V Egyptě se památky o míčových hrách dochovaly na malbách v hrobkách z roku 2600 př. n. l.

Staří Řekové a Římané znali míčové hry také, jednalo se o episkyros a harpastum. Tyto hry měly patřit ke sportům, které měli u vojáků zlepšovat obratnost, sílu, rychlost. Z Římské říše se harpastum rozšířil do Albionu (Velká Británie). V roce 217 sehrály římské legie zápas ve městě Derventio (dnešní Little Chester). Další zmínky o fotbale přišly o několik set let později. Postaral se o ně v roce 1175 londýnský duchovní William Fitzstephen. Hra probíhala přímo v londýnských ulicích. Hra se šířila dál, probíhala v úzkých středověkých ulicích a docházelo při ní k různým nebezpečným situacím, protože se do hraní zapojovalo až stovky lidí. Nebezpečí hry, vyrušování, shromažďování lidí a hluk v ulicích nakonec vedl k zákazům fotbalu. V roce 1314 došlo k zákazu hraní ve středu města, v roce 1348 královský zákaz fotbalu, za který hrozilo vězení. 1555 došlo k zákazu na univerzitě v Oxfordu, 1571 v Cambridgi.

V Itálii byly podmínky pro rozvoj přívětivější. Zmínka o oblíbenosti calcia ve městě Bologna sepsaná písařem Bentivigliem pochází z roku 1480. Nejvýznamnějším centrem se stala Florencie. Místní fotbal se nazýval calcio fiorentino a měl velkou oblibu i mezi panovníky. V roce 1580 vydal Giovanni de 'Bardi oficiální pravidla florentského calcia.

V zámoří se hry podobné fotbalu hráli také. V Severní Americe se hraní fotbalu věnovaly indiánské kmeny. V roce 1634 popsál osadník Wood, jak viděl Indiány hrát hru, při níž na pláži kopou do míče. Na hřišti dlouhém 0,5 kilometru proti sobě nastupovalo až tisíc hráčů, po hře následovala hostina. Indiáni nazývali hru výrazem pasuckquakkohowog (Macho, 1996).

Každá z fotbalových zemí by chtěla být tou, která je považována za zakladatele moderního fotbalu. Proto častokrát jednotlivé státy považují právě svou hru za předchůdce,

jelikož probíhal vznik souběžně v různých koutech světa, je velmi těžké určit, ze které hry nakonec moderní podoba čerpala inspiraci nejvíce. Důležité je to co se stalo v roce 1862 v Anglii a dalo to vznik modernímu fotbalu.

### **2.2.3.2 Historie po roce 1862**

Od začátku 19. století se v Anglii hrál fotbal jen na pár místech. Největšími centry, kde docházelo k vývoji fotbalu, byly soukromé školy. Podle Procházky (1987) postupně docházelo k rozvoji fotbalu například na univerzitách v Cambridgi, Harrow, Rugby, Westminsteru, Etonu. Vznikaly i kluby, během padesátých let 19. století vzniklo dokonce 15 klubů, problém byl, že každá škola a kluby si vytvářely svá vlastní pravidla a podle nich se řídily, proto byly problémy hrát proti sobě. Pravidla v městě Rugby byla natolik odlišná, že nakonec dala vzniku novému evropskému sportu – rugby. Pro rozvoj fotbalu se stalo klíčovým sepsání prvních společných pravidel v roce 1862, vydané je J. C. Thringem. O rok později v Anglii založili první fotbalovou asociaci (The Football Association). Následovalo období, kdy se domlouvali na upřesnění pravidel a jejich neustálém vývoji, základem byla pravidla Thringa. Vznik asociace v Anglii zapříčinil rozvoj fotbalu do dalších zemí, v roce 1873 vznikl Skotský fotbalový svaz, 1875 Fotbalový svaz Walesu, 1880 Irský fotbalový svaz (Macho, 1996). První oficiální soutěží světa se stal v roce 1871 Anglický pohár (F. A. Cup). Tento pohár se stal vzorem pro vznik dalších soutěží. V roce 1888 vznikla anglická fotbalová liga. Následovalo rozšíření po Evropě, uchytil se v zemích jako je Nizozemsko, Dánsko a Francie, Německo, Maďarsko a Česko. Začaly vznikat nové svazy v jednotlivých zemích, a proto bylo načase vytvořit mezinárodní fotbalovou asociaci. Ta vznikla v roce 1904 a je známa pod názvem FIFA (Fédération Internationale de Football Association). Rozvoj pokračoval i nadále, členů mezinárodní federace přibývalo, vznikaly stále nové svazy a kluby. Fotbal se hrál na olympijských hrách. V roce 1911 bylo uspořádáno první mistrovství Evropy amatérských fotbalistů, zvítězili čeští hráči. Zvažovalo se i pořádání prvního mistrovství světa, to muselo být odloženo z důvodu vypuknutí první světové války. Nakonec první mistrovství světa (FIFA World Cup) proběhlo v roce 1930, které pořádala Uruguay. Trofej, o kterou usilovaly zúčastněné týmy, se v té době nazývala Zlatá Niké. Přerušení soutěží bylo v průběhu druhé světové války, po válce se na sjezdu zástupců FIFA staly členy Angličané a Sovětský svaz. S výjimkou let 1942 a 1946 se od prvního uspořádání v roce 1930 hraje mistrovství světa pravidelně každé 4 roky.

Pod mezinárodní fotbalovou asociací spadá šest konfederací. Jsou to UEFA (Union of European Football Associations, založena 1954), AFC (Asian Football Confederation, 1954), CAF (Confédération Africaine de Football, 1957), CONCACAF (Confederation of North, Central American and Caribbean Association Football, 1961), CONMEBOL (Confederación Sudamericana de Fútbol, 1916) a OFC (Oceania Football Confederation, 1966).

UEFA je z těchto konfederací největší, vznikla v roce 1954 a je to Unie evropských fotbalových asociací. Má na starost pořádání evropských klubových a reprezentačních soutěží. Pořádá od roku 1960 Mistrovství Evropy ve fotbale, které se koná od založení každé 4 roky. Dále Ligu mistrů UEFA (dříve PMEZ – Pohár mistrů evropských zemí), kde proti sobě nastupují nejlepší evropské klubové týmy. PMEZ byl pořádán poprvé v sezoně 1955/1956, od sezony 1992/1993 se soutěž přeorganizovala na Ligu mistrů UEFA. Další významnou evropskou klubovou soutěží je Evropská liga, původně Veletržní pohár – od roku 1955 do 1971, od roku 1971 do 2009 Pohár UEFA. Evropské klubové soutěže se hrají během sezony v jednotlivých státech. Mezi nejznámější a nejúspěšnější české kluby patří AC Sparta Praha a SK Slavia Praha.

#### **2.2.4 Hráči reprezentace U16 – U19**

Hráči ve věku U16-U19 patří do kategorie dorosteneckých mužstev. Kategorie U16 a U17 jsou mladším dorostem a kategorie U18 a U19 jsou starším dorostem. Hráči dané kategorie jsou vždy hráči do daného věku včetně tohoto věku. Například v kategorii U16 nastupují hráči do šestnácti let i hráči, kteří tento věk dovršili avšak ne starší šestnácti let. To stejné platí i pro další kategorie U17, U18 a U19 s ohledem na hranici dané kategorie.

Tréninky kategorií U16 a U17 by měly splňovat určité cíle. Jak píše Sivek (2013a), měly by tyto věkové kategorie začít s přípravou na přechod k seniorskému fotbalu, nacvičovat týmovou taktiku a stabilizovat individuální taktiku, dále by měla probíhat hlubší specializace na herní pozice hráčů, rozvoj motivace k hernímu výkonu a posilování mezilidských vztahů. Cílem tréninků kategorií U18 a U19 by podle Sivka (2013b) měl být transfer zásad seniorského fotbalu ve všech směrech, technika hráčů by měla být zautomatizovaná, taktika jednotlivých hráčů by měla být stabilizována a rozvíjet by se měla týmová taktika, specifická kondice by se měla rozvíjet směrem k reálnému hernímu zatížení, kladení důrazu na intenzivní herní aktivitu po celou dobu hry, rozšiřování, posilování a tvorba pozitivních interpersonálních vztahů, schopnost odolávání a regulování stresu. Jedná se pouze o

doporučení, avšak každý trenér by měl využít své kreativity a zkušeností převést tato doporučení směrem k potřebám svého týmu a jednotlivých hráčů.

Hráči mládežnických reprezentací ČR jsou převážně hráči týmů, jejichž A mužstva hrají nejvyšší soutěže v ČR. V těchto klubech hrají dorosteneckou ligu, juniorskou ligu nebo nastupují za B tým. Hráči ze starších kategorií dorostu se již objevují na soupiskách prvoligových týmů a postupně sbírají po minutách starty v nejvyšší soutěži ČR. Mezi mládežnickými reprezentanty jsou také hráči, kteří už ve svém dorosteneckém věku přestoupili nebo byli půjčeni do zahraničního klubu. Pro příklad uvedu pár jmen: Kalas, Kozák, Vydra, Macek, Mašek, Simič, Nemrava, Zima, Smékal, apod. Všichni tito hráči mají společné to, že v dorosteneckém věku odešli do zahraničí. Kalas, Vydra a Kozák se dostali již do nominace reprezentačního „A“ týmu. Libor Kozák přestoupil v 19 letech z Opavy do Lazia Řím, odtud do Brescia Calcio a zpět do Lazia Řím. V září 2013 zamířil do anglické Premier League do klubu Aston Villa. Tomáš Kalas debutoval v „A“ týmu SK Sigma Olomouc ve věku necelých 17 let. Odehrál v roce 2010 mistrovství Evropy U17 a byl o něj velký zájem. V červenci 2010 jej z Olomouce koupila londýnská Chelsea FC. Odtud putoval na hostování zpět do Sigmy Olomouc a v další sezoně do nizozemského Vitesse Arnhem. V červenci 2013 se vrátil do Chelsea FC, kde bojuje o svou šanci v sestavě londýnského klubu.

Odchod mladých talentovaných hráčů je způsoben tím, že hráči už mají svého agenta, který jim zajišťuje nabídky týmů a stáže v zahraničních klubech. Hráči jsou poté sledováni na zápasech nejvyšších mládežnických soutěží, juniorské ligy a mládežnických reprezentací skauty evropských týmů. Český fotbal má mnoho mladých talentů, kteří odchází v dorosteneckých kategoriích do ciziny. Dříve to však v takové míře nebylo, jako je tomu dnes. Někdy takový brzký odchod hráčům pomůže, jindy to zpomalí jejich růst. Vždy záleží na osobnosti daného hráče, jak se mu podaří překonat jazykovou bariéru či zvládat samostatnost.

České fotbalové reprezentace dorosteneckých kategorií pravidelně hrají kvalifikace o postup na závěrečné turnaje mistrovství Evropy. Dále se účastní různých mezinárodních turnajů a memoriálů. Reprezentace U17 se na závěrečný turnaj ME 2014 na Maltě z druhé fáze kvalifikace nedostala. Trenéry mládežnických reprezentací v současné době jsou: U16 Václav Černý, U17 Aleš Čvančara, U18 Miroslav Soukup, U19 Pavel Hoftych.

Hrát za reprezentační tým pro hráče znamená možnost utkat se s nejlepšími hráči jiných zemí, porovnat své výkony se soupeři, získat další motivaci do tvrdých tréninků za cílem

zlepšovat se, vyzkoušet si atmosféru mezinárodních utkání, ukázat se před skauty z různých nejlepších klubů Evropy. Dále pokud jedou hráči na utkání nebo turnaj do ciziny, mohou poznávat jiné kultury, potkávat se s kamarády a poznávat nové kamarády, apod.

Pokud jsou hráči pozváni na sraz reprezentačního týmu, znamená to, že se hráči z různých klubů sejdou s trenérem a realizačním týmem. Reprezentační srazy bývají většinou před kvalifikačními nebo přátelskými zápasy, před turnaji nebo mistrovstvím Evropy nebo světa. Během srazu jsou hráči společně ubytováni a účastní se tréninků. Tréninky slouží především k sehrávání hráčů, trénují se standardní situace, probírají se taktické pokyny. Trenér se svým realizačním týmem se vždy snaží vybrat hráče, kteří mají aktuální formu. Důvodem je, že za pár dní, během kterých je příprava před zápasem nebo turnajem není čas dostat hráče do formy. To jaké výkony hráči podají, záleží na tom, s jakou formou hráči přijedou z klubu, za který nastupují. Trenér už může pouze zpracovat na souhře mezi nominovanými hráči, pomoci po psychické stránce, motivovat hráče, nacvičit překvapivé signály pro zahrávání, apod. Proto je pro reprezentační výběry důležité, jak se o své hráče starají kluby, jak s mládeží pracují, jaké mají hráči podmínky pro trénink, regeneraci vzdělávání. Vedení reprezentačních výběrů a kluby by spolu měli komunikovat, hlavně v oblasti zpětné vazby pro trénink po reprezentačních srazech. Hřebík (2013) několikrát zopakoval, že úspěch reprezentační devatenáctky na ME 2011 v Rumunsku (2. Místo), byl způsoben především výběrem hráčů, jejich charakterem, pravidelnou komunikací s hráči a také spoluprací s klubovými trenéry. Z tohoto úspěšného výběru tři hráči nastupují v zahraničí a jsou i v reprezentačním „A“ týmu, 8 hráčů nastupuje pravidelně v české nejvyšší soutěži a jsou v reprezentaci do jednadvaceti let. Tento úspěch ukázal, jak by se mělo pracovat s mládežnickými reprezentacemi, nepracovat s hráči pouze na reprezentačních srazech, ale komunikovat s nimi i trenéry klubů během celé sezony.

Ke klubům, které již několik významně pracují s mládeží, patří SK Sigma Olomouc, která dává šanci svým odchovancům v „A“ týmu. Zároveň spousta hráčů z tohoto klubu odchází do jiných za účelem pokroku ve své kariéře. V reprezentačních výběrech pravidelně nastupují hráči olomoucké kopané.

### **2.2.5 Specifika tréninku fotbalu**

Fotbal patří k nejnáročnějším sportům vůbec, klade velké nároky na schopnosti hráčů. Rozvinuté musí mít především kondiční schopnosti, taktické a technické dovednosti a psychické schopnosti. Podle Vaidové a Kaplana (2012) je pro hráče fotbalové utkání velkou

fyzickou zátěží. Hráč v zápase častokrát mění směr a rychlost běhu, používá prudká zastavení, odrazy, kopy do míče. V průměru změní hráči během utkání každých 5-6 sekund intenzitu zatížení a výkon hráče je tvořen přibližně z 900-1100 intervalů činnosti (Psotta, Bunc, Máhrová, Netscher, & Nováková, 2006). Proto k nejčastěji užívaným schopnostem hráčů fotbalu patří rychlostní, silové a vytrvalostní schopnosti. Aby mohl všechny pohyby provádět odpovídajícím způsobem, musí mít rozvinuté pohybové schopnosti na optimální úrovni. K tomu, aby bylo dosaženo optimálního rozvoje pohybových schopností, slouží jedna ze složek sportovního tréninku, což je kondiční příprava.

Hráči mají ve svých týmech různé herní pozice, jedná se o pozici obránce, záložníka, útočníka nebo brankáře. Od pozice na hřišti se odvíjí také náročnost na určité pohybové schopnosti. Útočníci naběhají v utkání nejvíce metrů ve sprintu, záložníci zase naběhají nejvíce metrů. Mužští fotbalisté naběhají za utkání až 11 km, hráči U18 okolo 9 km za utkání (Wong, Chamari, Dellal, & Wisløff, 2009).

### **Fotbalová sezona**

Fotbalová sezona probíhá během celého roku, skládá se z podzimní a jarní části. Z pohledu periodizace tréninků můžeme podzimní i jarní část sezony rozdělit na přípravné období, hlavní období a přechodné období. Sezona je poté rozdělena na letní přípravné období, podzimní hlavní období, zimní přechodné období, zimní přípravné období, jarní hlavní období a letní přechodné období.

Letní přípravné období by mělo vést ke komplexnímu rozvoji pohybových schopností, technických i taktických dovedností, nemělo by se opomíjet rozvíjet i psychologickou stránku výkonu. Během letní přípravy se týmy vydávají na soustředění, které je zaměřeno na rozvoj kondice, zpravidla doplněné o přátelská utkání. Kondici bychom měli rozvíjet specifickými prostředky, takže by měla kondiční příprava probíhat s míčem. S blížícím se začátkem soutěžního (hlavního) období dochází k přechodu na speciální přípravu, kdy dochází k většímu množství odehraných přátelských utkání. Ta mají za cíl vyladit formu před nadcházejícími mistrovskými utkáními.

Podzimní hlavní období je část sezony mezi prvním a posledním mistrovským utkáním během podzimní části soutěže než nastane přechodné období. Trenér by měl mít snahu působením na hráče a jejich formu pomocí tréninků zajistit, aby měli všichni hráči optimální formu během celé hlavní části. Dále by mělo v tomto období docházet k udržení získané

úrovně trénovanosti a výkonnosti. Důležitá je v tomto období i psychologická příprava. Každý trénink a každé utkání mají velký vliv na psychiku hráče, pokud se týmu daří, bývá psychika na vysoké úrovni, ovšem pokud se přestává dařit, je úkolem trenéra zajistit, aby byli hráči v lepším rozpoložení. K závěru podzimní části je složitost požadavků na udržení výkonnosti stále složitější (Votík, 2005).

Zimní přechodné období slouží k regeneraci organismu hráče, k načerpání nových sil do nadcházejícího zimního přípravného období. V tréninku se využívá různých her odlišných od fotbalu, hlavně z toho důvodu, aby si hráči odpočinuli od fotbalu, ale aby udrželi svou trénovanost. Můžeme hovořit o jakési formě aktivního odpočinku (Votík, 2005). Na přechodné období navazují dny volna v období Vánoc, kdy po dovolené následuje zimní přípravné období.

Zimní přípravné období klade velký důraz na rozvoj kondičních schopností, pokud je to možné, mělo by se využívat k rozvoji kondice specifických prostředků. To znamená využít tréninků a zápasů na umělé trávě. Pro hráče je toto období velmi náročné, protože trvá poměrně dlouhou dobu. V této fázi sezony je organismus hráče zatěžován až k extrémům, opakovaně jsou vyčerpávány energetické zdroje organismu (Votík, 2005). S ohledem na blížící se jarní hlavní část by mělo opět docházet k ladění výkonů hráčů.

Jarní hlavní období začíná prvním jarním a končí posledním zápasem sezony. Během této části sezony by mělo docházet ze strany trenéra ke snaze udržet optimální výkonnost hráčů po celou jarní část. Tréninky by měli vést k udržování či zdokonalování technických dovedností, trénovat by se měla i taktická stránka hry. Z psychického hlediska je blížící se konec sezony pro hráče náročný. Je to způsobeno tím, že v závěru sezony se rozhoduje o tom, zda bude mít tým úspěšnou sezonu, zda dosáhne na postup, či zda se v soutěži udrží (Votík, 2005).

Letní přechodné období navazuje na skončenou sezonu, mělo by mít za cíl udržet kondici hráčů na určité hranici, využít se může různých soutěží mezi hráči, her, turnajů. Cílem je zregenerovat se na nadcházející sezonu, doléčit různá zranění, apod.



### **3 CÍLE**

Hlavním cílem této bakalářské práce je analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance stanovené přístrojem InBody720 u fotbalistů hrajících za mládežnické reprezentace České republiky U16-U19.

#### **Dílčí cíle:**

- Analýza vodních kompartmentů
- Stanovení množství tukové složky
- Sledování tukuprosté hmoty a kosterního svalstva
- Srovnání v rámci jednotlivých věkových kategorií

## 4 METODIKA

### 4.1 Soubor

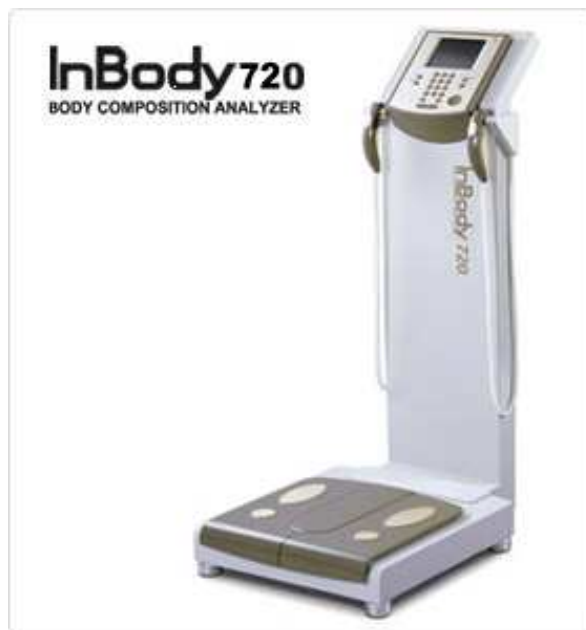
Měření proběhlo v laboratoři FTK UP Olomouc, naměřeno bylo celkem 157 hráčů nastupujících v mládežnických reprezentacích ČR. Naměřená data byla poté rozdělena do čtyř skupin podle věku probandů. Skupinu I tvořili hráči do šestnácti let – U16, skupinu II hráči do sedmnácti let – U17, skupinu III hráči do osmnácti let – U18 a skupinu IV hráči do devatenácti let – U19. Množství hráčů v jednotlivých věkových kategoriích je uvedeno v tabulce 2. K měření bylo využito bioelektrického impedančního analyzátoru InBody 720.

Tabulka 2. Rozdělení subjektů do věkových kategorií

Kategorie	Četnost
U16	13
U17	67
U18	58
U19	19

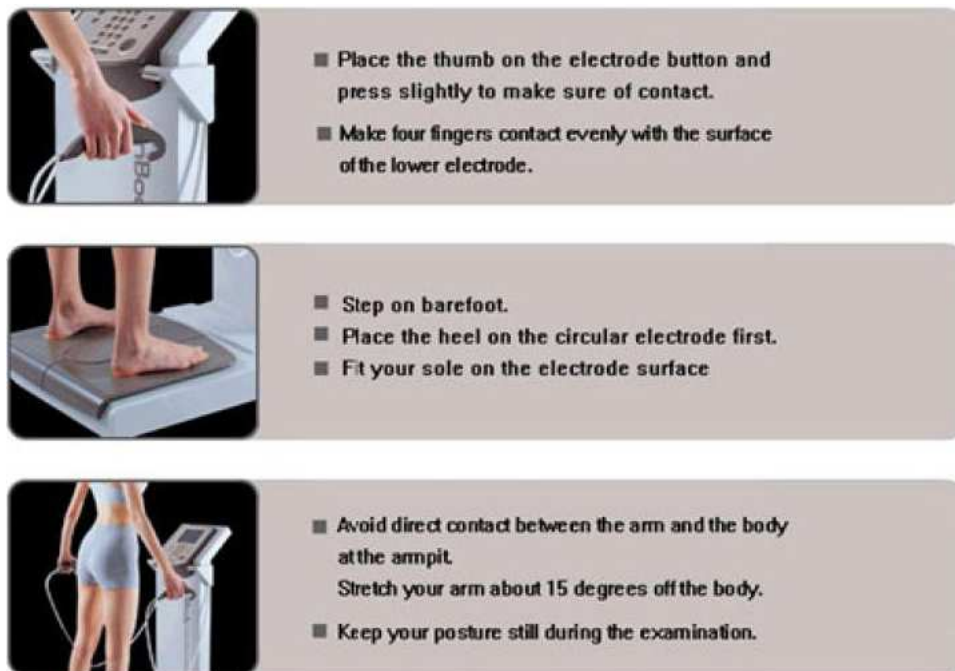
### 4.2 InBody 720

InBody 720 je špičkový přístroj pro měření tělesného složení, měření probíhá ve stoje, je rychlé, jednoduše se obsluhuje (Obrázek 12). Inbody 720 využívá tříkomponentového modelu, rozděluje tedy tělesnou hmotnost na celkovou tělesnou vodu, celkový tělesný tuk a sušinu (minerály + proteiny). Tento bioelektrický impedanční analyzátor, který se řadí k tetrapolárním přístrojům, má 8 dotykových elektrod, které slouží pro měření impedance a reaktance. InBody 720 rozděluje tělo na 5 válců (segmentů) – 4 končetiny a 1 trup. Při měření impedance naměří přístroj třicet hodnot, protože měříme každý z pěti segmentů šesti různými frekvencemi (1, 5, 50, 250, 500 a 1000 kHz). Při měření reaktance naměří přístroj patnáct hodnot, použity jsou tři různé frekvence (5, 50 a 250 kHz) na každý z pěti segmentů. Pro měření se používá proud o velikosti: 100  $\mu$ A pro frekvenci 1 kHz, 500  $\mu$ A pro ostatní frekvence. Při analyzování těla nedochází k vzájemnému ovlivňování výsledků mezi segmenty.



Obrázek 12. InBody 720 (upraveno podle [www.biospace.cz](http://www.biospace.cz))

Jednoduchost měření spočívá v tom, že subjekt, který je měřen musí dodržet umístění horních a dolních končetin na elektrody dle pokynů. Výhodou přístroje InBody 720 je, že elektrody jsou pevně dány, stačí si přesně stoupnout na podložku a správným způsobem uchopit držadla do rukou (Obrázek 13). Důležité je, aby měřená osoba stála naboso, položila patu na kruhovou elektrodu a poté celé chodidlo na elektrodu. Uchopení ručních držadel je rovnoměrným rozložením čtyř prstů na spodní elektrodu a palce na horní elektrodu. Horní končetiny by se neměly dotýkat těla, horní končetina s tělem by měla svírat úhel 15 stupňů. Subjekt by měl stát rovně a to po celou dobu měření. Protože je umístění elektrod dáno pevně, je možná přesná opakovatelnost měření.



Obrázek 13. Pokyny pro umístění horních a dolních končetin na elektrody a pozice horních končetin vůči tělu (upraveno podle [www.biospace.cz](http://www.biospace.cz)).

Samotná analýza zabere měřené osobě přibližně 1-2 minuty, k dispozici jsou poté výsledky s velkým množstvím informací. Data lze vytisknout na papír o formátu A4 (Příloha 2), přední strana obsahuje informace o měřené osobě a výsledky měření. Na zadní straně jsou vysvětlující informace ohledně parametrů měření. Výsledná data obsahují zadané informace týkající se jména, věku, pohlaví, dále je tam datum a čas. Tato data jsou důležitá pro možnou identifikaci měřené osoby. Data týkající se tělesného složení obsahují analýzu svalstva, tělesné kompozice, diagnózu obezity, svalovou rovnováhu, segmentální otok, plochu viscerálního tuku, různé všeobecné hodnoty, zhodnocení fyzické kondice. Pokud byl již subjekt měřen, je možné na výsledcích zobrazit údaje o předchozích měřeních.

V levé části archu pod identifikačními údaji nalezneme data týkající se analýzy tělesného složení. Tato data obsahují informace o množství komponent tělesného složení: extra- a intracelulární tekutiny (l), proteinů (kg), minerálů (kg) a tělesného tuku (kg). Dále množství celkové tělesné vody, štíhlé tělesné hmoty, tukuprosté hmoty a tělesnou hmotnost. Pravý sloupec obsahuje referenční hodnoty pro dané komponenty. Pod analýzou tělesného složení jsou tři tabulky s grafy. Jedná se postupně o analýzu svalstvo – tuk, diagnózu obezity a svalovou rovnováhu. Analýza svalstvo – tuk obsahuje data týkající se hmotnosti, kosterního svalstva a tělesného tuku. Diagnóza obezity obsahuje výsledky BMI (Body Mass Index) PBF (Percent Body Fat) a WHR. PBF je procentní zastoupení tuku z tělesné hmotnosti, WHR je

poměr pas/boky. Data v těchto dvou tabulkách jsou upravena do přehledných grafů, kde je znázorněno, zda výsledné hodnoty spadají do podprůměru/průměru/nadprůměru. Napravo jsou opět uvedena pásma s průměrnými (referenčními) hodnotami. Část výsledků nazvaná svalová rovnováha se zabývá množstvím kosterního svalstva v jednotlivých segmentech (pravá horní končetina, levá horní končetina, trup, pravá dolní končetina, levá dolní končetina). Opět vytvořeny grafy, které znázorňují, jak je svalovina vyvinuta. Napravo od svalové rovnováhy jsou informace o otoku a segmentálním otoku. Ve spodní části levé strany nalezneme historii měření tělesného složení a dodatečná data (additional data). Dodatečná data: hodnocení obezity, množství buněčné hmoty (BCM – Body Cell Mass), množství minerálů (BMC – Bone Mineral Content), hodnotu bazálního metabolismu (BMR – Basal Metabolic Rate), velikost obvodu paže a obvod pažních svalů, napravo od dodatečných dat je tabulka s průměrnými hodnotami. Množství minerálů v těle není možné měřit BIA metodou, InBody 720 nabízí alespoň odhad. Pravý sloupec papíru nahoře obsahuje Název instituce, která měření provedla a hodnocení viscerálního tuku (VFA – Visceral Fat Area). V pravé části papíru nalezneme data, která se vážou k hodnocením na levé straně papíru. Zhodnocení stravy, které hodnotí množství proteinů, minerálů a tuku ve stravě. Udržování hmotnosti: hodnotí hmotnost, kosterní svalstvo a tuk. Diagnóza obezity hodnotí procentní zastoupení tuku v těle, BMI a WHR. Tělesná rovnováha se váže k vyrovnanosti horních část, dolních část a spojení horní-dolní část. Svalová síla hodnotí horní a dolní části a celkového svalstva. Hodnocení rizika z pohledu tělesné vody, otoku a životního stylu. Poslední část pravého sloupce se zabývá kontrolou tělesné hmotnosti, kde je napsána cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tukové složky a svalstva (+/-) a fitness skóre. Poslední data jsou naměřené hodnoty impedance a reaktance při různých frekvencích na jednotlivých segmentech.

InBody 720 v závislosti na využití rozdělení těla na 5 segmentů nepotřebuje využívat empirický odhad, proto je možné měřit osoby bez ohledu na jejich věk, pohlaví a rasu. Pomocí InBody 720 můžeme měřit osoby s obezitou, vážnou nemocí, děti i starší osoby (Biospace, 2009).

Použití přístroje InBody 720 je možné v mnoha zařízeních, jedná se o lázeňská a zdravotní zařízení, plastické chirurgie a kliniky obezity, rehabilitační a ortopedická zařízení, dále v zařízeních z oblasti sportovní medicíny, neurologie a výživy (Inbody, 2009).

### 4.3 Referenční hodnoty

V této části uvedu zdroje referenčních hodnot sledovaných parametrů tělesného složení a jejich hodnoty, protože je budu využívat v kapitole výsledky této bakalářské práce k porovnávání s měřeným souborem.

Celková tělesná voda u normální mužské populace zastupuje okolo 60 % (InBody720, 2013). Nitrobuněčná a mimobuněčná voda mají být v poměru 3:2 (Biospace, 2009). Procentní zastoupení tělesného tuku je pro muže v rozmezí 10 – 20 %. Pro věk 16 let je uváděno zastoupení okolo 16 %, v sedmnácti letech okolo 15,5 % a v osmnácti 15 % (InBody, 2009). Procentní zastoupení FFM normální populace je okolo 73 % (InBody, 2009).

Přístroj Inbody 720 dokáže určit cílové hodnoty. Pro náš soubor hráčů byly průměrné přístrojem doporučené hodnoty pro celkovou tělesnou vodu v rozmezí od 44,79 do 45,88 kg. Nitrobuněčná voda byla doporučena v pásmu hodnot 27,78 – 28,43 kg. Cílové množství mimobuněčné vody bylo v rozmezí od 17,03 do 17,43 kg. Množství kosterního svalstva mělo cílové hodnoty v rozmezí 34,22 – 35,09 kg. Cílové rozmezí hodnot pro buněčnou hmotu bylo od 39,78 do 40,74 kg.

Relativním zastoupením byla celková tělesná voda v rozmezí 61,79 – 62,88 %. Intracelulární voda v rozmezí od 38,29 do 38,99 % a extracelulární voda 23,48 – 23,90 %. Zastoupení tělesného tuku bylo určeno v rozmezí 10,74 – 11,00 %. Relativní hodnota zastoupení kosterního svalstva byla v rozmezí od 47,20 do 48,06 %.

### 4.4 Statistické zpracování dat

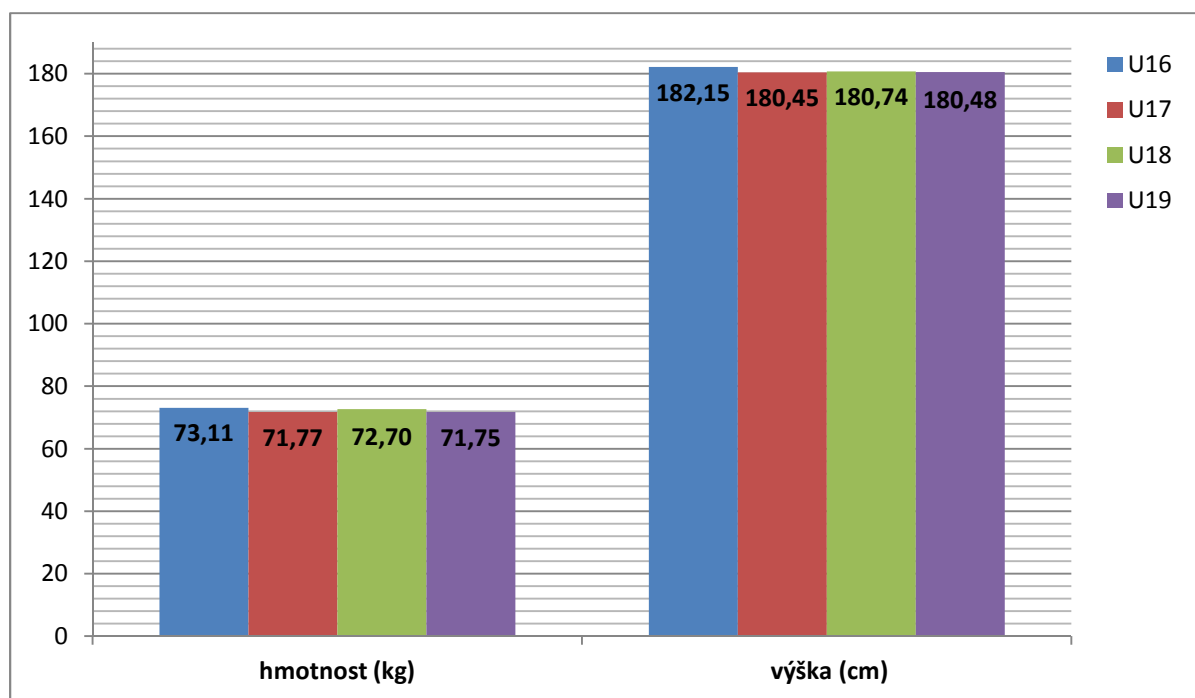
Naměřená data byla převedena do programu Microsoft Office Excel 1997 – 2003. Pomocí tohoto programu a jeho funkcí jsem pro jednotlivé sledované parametry tělesného složení vypočítal průměr (M), směrodatnou odchylku (SD), minimální (MIN) a maximální (MAX) hodnotu.

## 5 VÝSLEDKY

Jak jsem již uvedl v metodické části této bakalářské práce, bylo naměřeno pomocí přístroje InBody 720 celkem 157 mládežnických reprezentantů dorosteneckých kategorií. Tyto hráče jsem rozdělil do čtyř skupin odpovídající jednotlivým dorosteneckým kategoriím – U16 (n=13), U17 (n=67), U18 (n=58) a U19 (n=19).

Kategorie U16 dosahovala průměrné tělesné výšky  $182,15 \pm 6,88$  cm. Průměrná tělesná hmotnost této skupiny byla  $73,11 \pm 8,36$  kg. Kategorie U17 dosahovala průměrné výšky těla  $180,45 \pm 5,35$  cm. V této skupině byla průměrná tělesná hmotnost  $71,77 \pm 6,36$  kg. Kategorie U18 v průměru dosahovala tělesné výšky  $180,74 \pm 4,04$ . Hmotnost těla byla v průměru této kategorie  $72,70 \pm 7,06$  kg. Průměrná tělesná výška v kategorii U19 dosahovala  $180,48 \pm 4,66$  cm. Hmotnost těla této skupiny byla průměrně  $71,75 \pm 4,76$  kg. Data jsou shrnuta v tabulce 5 v příloze. Hodnoty tělesné výšky a hmotnosti kategorií U16 – U18 jsem zakreslil do percentilových grafů. Hráči těchto kategorií patří svou tělesnou výškou do rozmezí středních hodnot pro normální populaci stejného věku. Hráči kategorií U17 a U18 svou tělesnou hmotností patří do pásma středních hodnot normální populace, U16 patří do rozmezí percentilu 75 – 90, mají tedy zvýšenou hmotnost. Percentilové grafy jsou v příloze 3 a 4.

Hráči s největší průměrnou tělesnou hmotností jsou v kategorii U16 a nejmenší hmotnost mají hráči kategorie U19, rozdíl je 1,36 kg. Nejvyšší hráči jsou v průměru v kategorii U16, nejmenší v U17, rozdíl je 1,7 cm. Můžeme tedy říct, že hodnoty tělesné výšky a hmotnosti jsou ve všech kategoriích srovnatelné (Obrázek 14).



Obrázek 14. Porovnání tělesné hmotnosti a výšky mezi jednotlivými věkovými kategoriemi

### Hodnocení vybraných parametrů tělesného složení

Vybrané parametry tělesného složení jsou celková tělesná voda, intracelulární tekutina, extracelulární tekutina, tukuprostá hmota, tělesný tuk, procentní zastoupení tělesného tuku, kosterní svalstvo a buněčná hmota. Zpracované hodnoty jsou po jednotlivých skupinách uvedeny v příloze v tabulce 1 (U16), tabulce 2 (U17), tabulce 3 (U18) a tabulce 4 (U19).

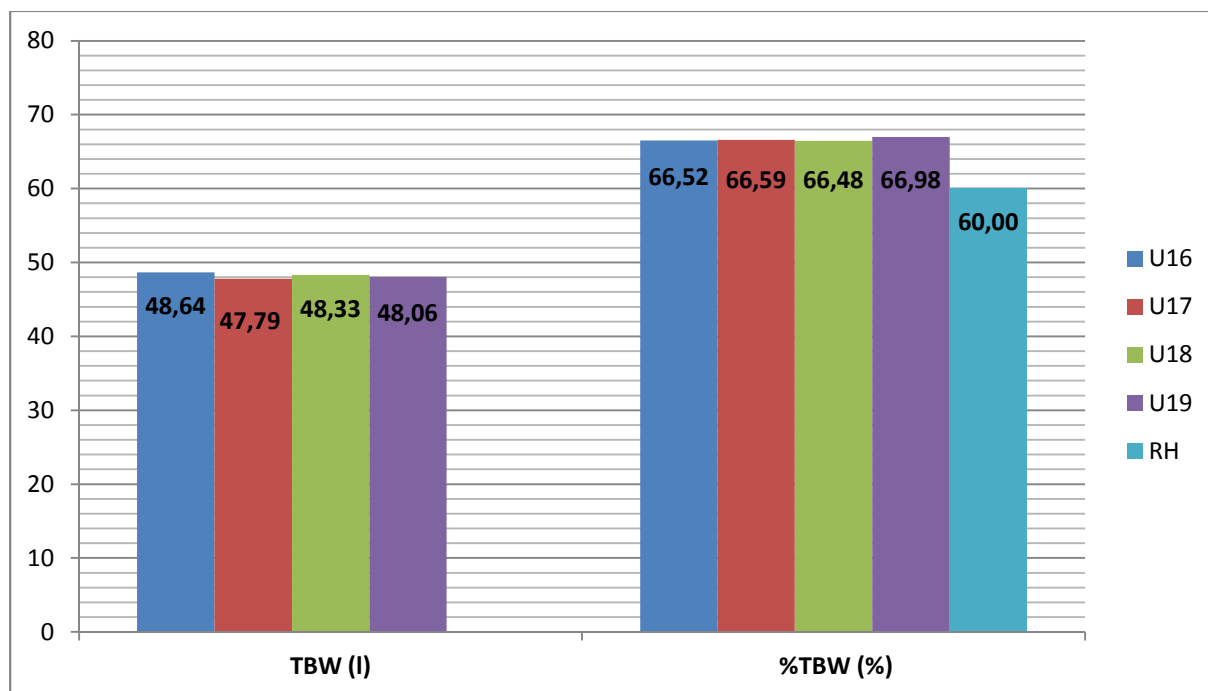
### Celková tělesná voda, ICW a ECW

Průměrné množství TBW věkové kategorie U16 bylo 48,64 l, kategorie U17 47,79 l, kategorie U18 48,33 l a kategorie U19 48,06 l. Procentní zastoupení TBW pro jednotlivé kategorie je následující 66,52 % (U16), 66,59 % (U17), 66,48 % (U18) a 66,98 % (U19). Tyto hodnoty jsou přibližně o 6,5 – 7 % vyšší než hodnota zastoupení celkové tělesné vody u dospělých mužů (60 %), ale už se této hodnotě blíží.

Při porovnání zastoupení tělesné vody mezi skupinami jsem došel k závěru, že hodnoty jsou téměř stejné ve všech čtyřech kategoriích. Nejvíce je TBW v kategorii U16, nejméně v kategorii U17, rozdíl je však necelý litr celkové tělesné vody. Při porovnání procentního zastoupení TBW k tělesné hmotnosti jsme došli ke stejnému závěru, v jednotlivých věkových kategoriích je nepatrný rozdíl. Na obrázku 15 je zobrazeno



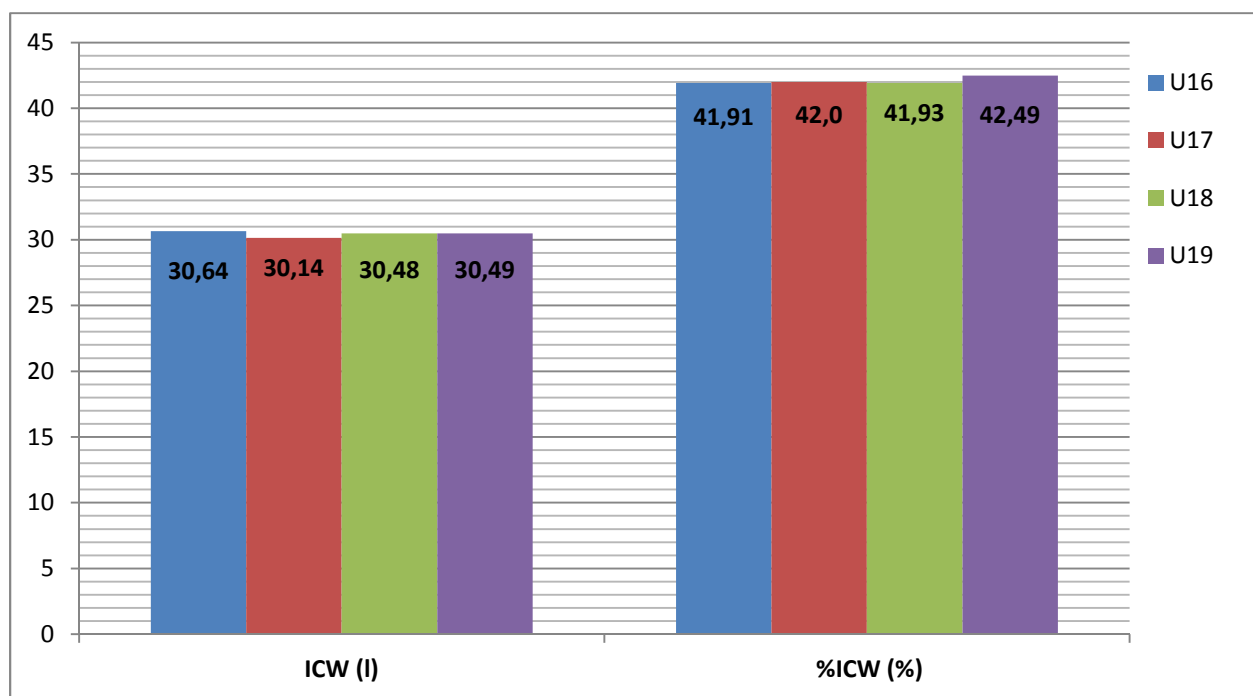
porovnání množství TBW a procentní zastoupení celkové tělesné vody v jednotlivých věkových kategoriích a referenční hodnota mužů (RH).



Obrázek 15. Porovnání TBW a %TBW mezi jednotlivými věkovými kategoriemi

Množství intracelulární vody bylo v jednotlivých kategoriích zastoupeno v rozmezí od 30,14 l do 30,64 l. Množství mimobuněčné se pohybovalo v rozmezí 17,57 – 18,00 l. To představuje procentuální zastoupení ICW od 41,91 do 42,49 % a ECW bylo determinováno v rozmezí 24,49 – 24,62 %. Poměr zastoupení ICW ku ECW v jednotlivých kategoriích odpovídá referenčním hodnotám.

Při porovnávání zastoupení nitrobuněčné a mimobuněčné vody jsme došli k závěru, že hodnoty jsou opět ve všech kategoriích srovnatelné. Rozdíl v množství nitrobuněčné vody i mimobuněčné vody je přibližně 0,5 l. Na obrázku 16 je zobrazeno zastoupení ICW a %ICW jednotlivých kategorií. Porovnání ECW a %ECW mezi jednotlivými kategoriemi je na obrázku 17.



Obrázek 16. Porovnání ICW a %ICW jednotlivých věkových kategorií



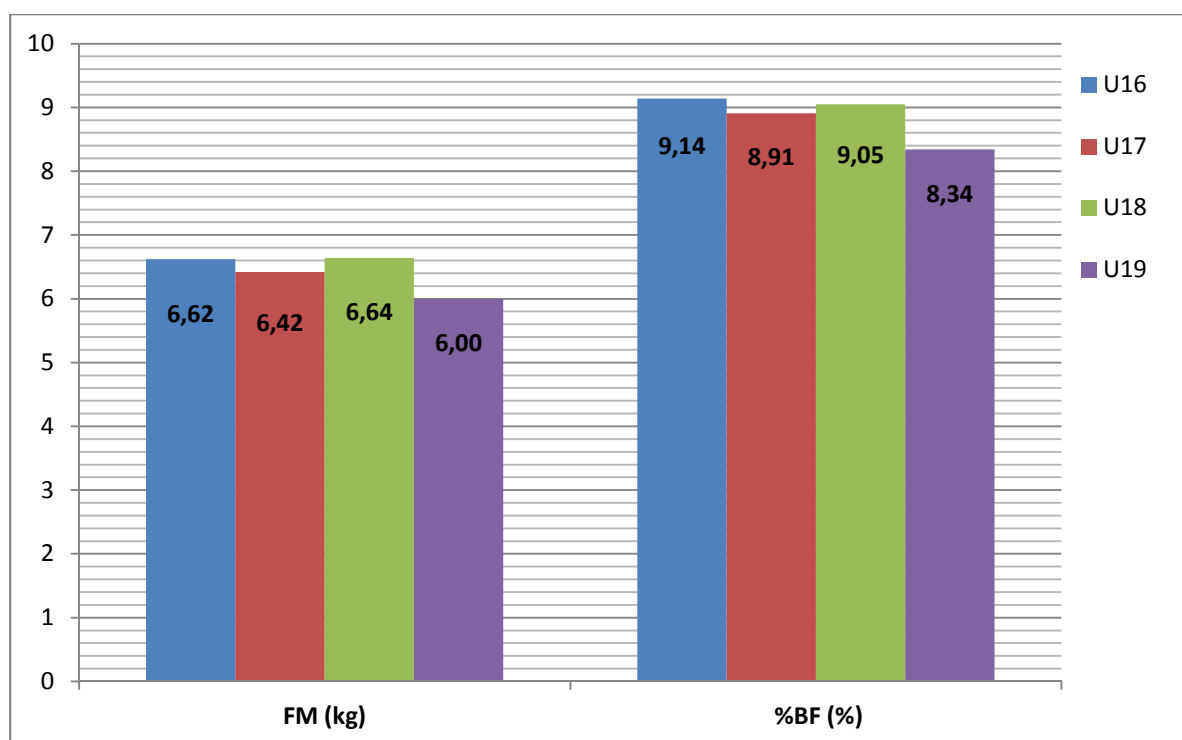
Obrázek 17. Porovnání ECW a %ECW jednotlivých věkových kategorií

### Tělesný tuk

V kategorii U16 byl tělesný tuk zastoupen v průměru 6,62 kg. Procentní zastoupení tělesného tuku v této věkové kategorii bylo průměrně 9,14 %. Kategorie U17 měla zastoupení FM 6,42 kg, v procentním zastoupení tvořil v této kategorii tuk 8,91 % tělesné hmotnosti.

Kategorii U18 odpovídalo průměrné množství tělesného tuku v množství 6,64 kg, procentní zastoupení tělesného tuku bylo 9,05 %. Kategorie U19 měla v průměru 6,00 kg tělesného tuku, to je 8,34 % tělesné hmotnosti. Množství tělesného tuku u všech skupin spadá do průměru hodnot pro elitní fotbalové hráče, tedy do rozmezí 8 – 12 %.

Porovnání nám opět ukázalo, že jsou hodnoty podobné. Rozdíly v množství tělesného tuku mezi kategoriemi představují maximálně 0,5 kg. Nejnižší množství je v kategorii U19 a největší v kategorii U18. Procentní zastoupení je také srovnatelné, liší se pouze o celé procento. Srovnání FM a %BF jednotlivých kategorií mezi sebou je na obrázku 18.

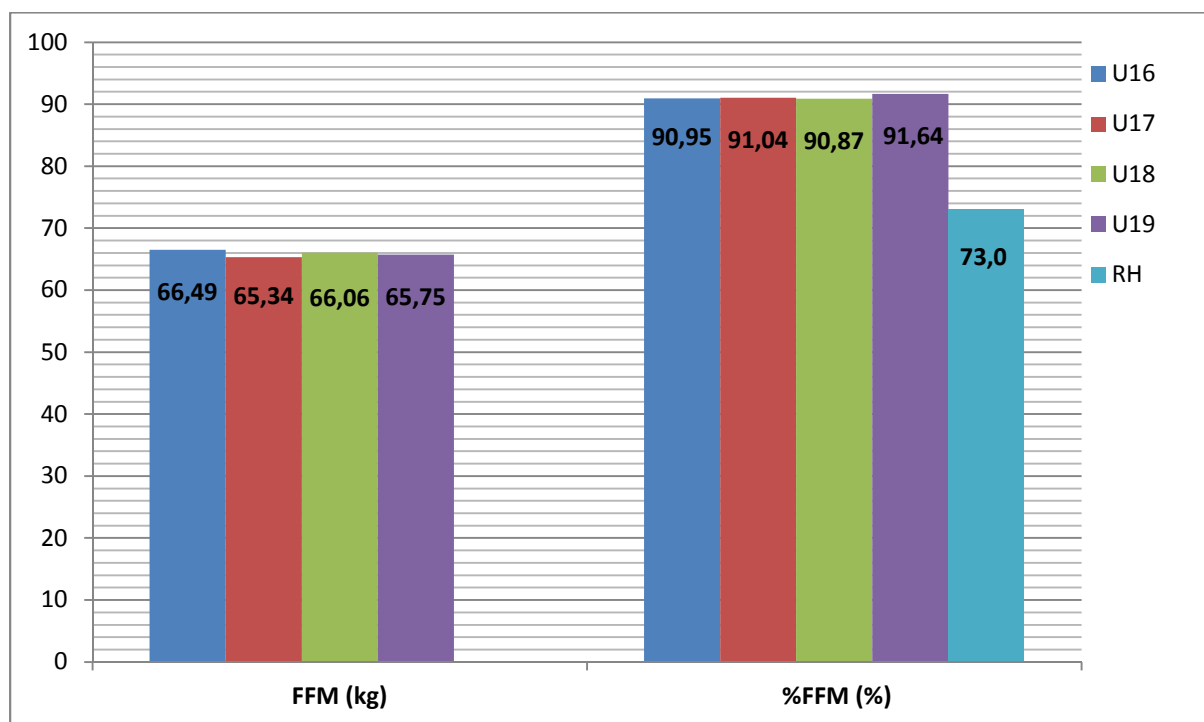


Obrázek 18. Porovnání FM a %BF mezi jednotlivými věkovými kategoriemi

### **Tukuprostá hmota, kosterní svalstvo a buněčná hmota**

Množství tukuprosté hmoty hráčů bylo v rozmezí 65,34 – 66,49 kg. Referenční hodnota procentního zastoupení tukuprosté hmoty na tělesné hmotnosti je okolo 73 %, tato hodnota je pro normální populaci. Procentní zastoupení naměřených hodnot je 90,95 % (U16), 91,04 % (U17), 90,87 % (U18) a 91,64 % (U19). Protože se množství FFM mimo jiné odvíjí i od pohybové aktivity. Naše hodnoty výrazně převyšují referenční hodnotu normální populace, což je možné vysvětlit působením cíleného tréninkového procesu.

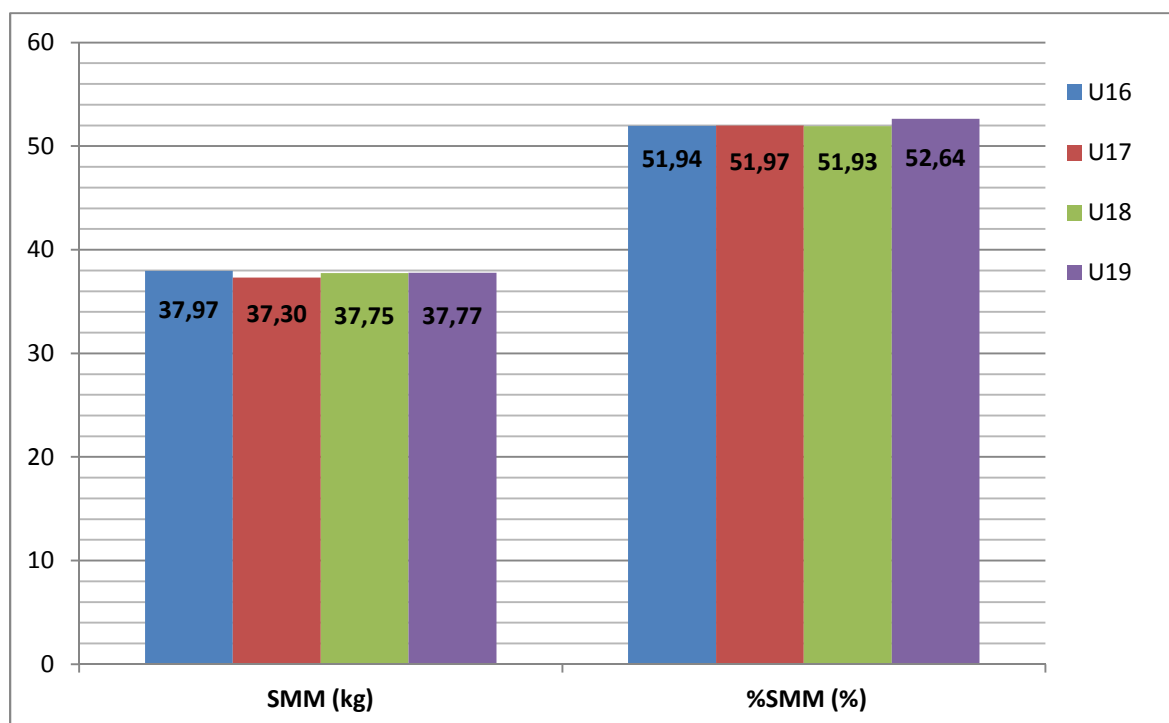
Zastoupení FFM v jednotlivých kategoriích je na srovnatelné úrovni. Nejvyšší zastoupení tukuprosté hmoty bylo u kategorie U16 a nejméně u U17, rozdíl byl 1,15 kg. Na obrázku 19 jsou zobrazeny hodnoty tukuprosté hmoty a procentního zastoupení tukuprosté hmoty na tělesné hmotnosti a referenční hodnota (RH) %FFM.



Obrázek 19. Porovnání FFM a %FFM jednotlivých věkových kategorií

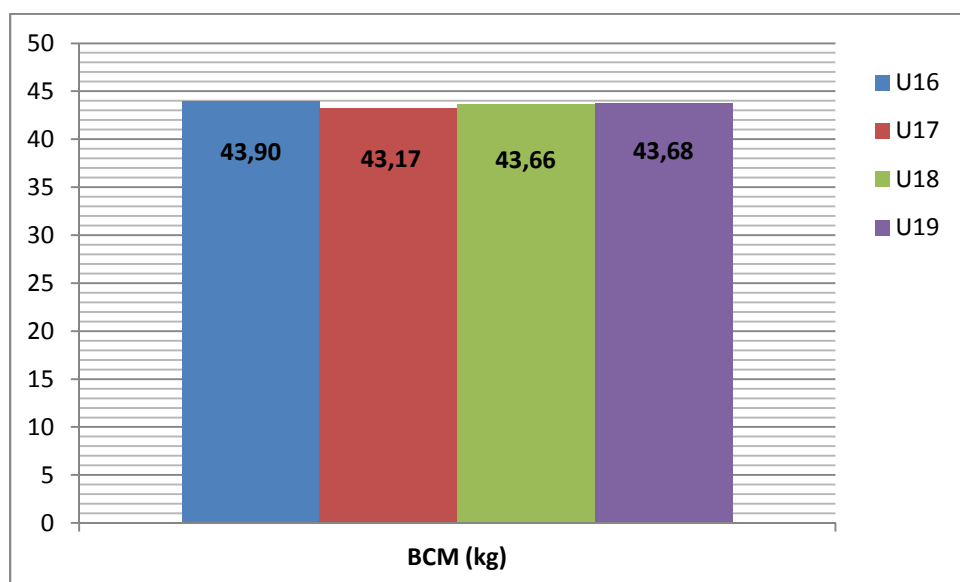
Množství kosterního svalstva se v průměru pohybovalo v rozmezí od 37,30 do 37,97 kg. Procentní zastoupení SMM pro jednotlivé věkové kategorie je následující 51,94 % (U16), 51,97 % (U17), 51,93 % (U18) a 52,64 % (U19). Pro porovnání doporučená hodnota zastoupení SMM pro naše soubory je v rozmezí 47,20 – 48,06 %. U sportujících se v závislosti na druhu sportu pohybuje v rozmezí 48 – 54 %. Můžeme tedy říct, že zastoupení kosterního svalstva převyšuje referenční hodnoty normální populace a je v pásmu referenčních hodnot pro sportující osoby, blíže horní hranici.

Rozvoj kosterního svalstva je u všech čtyř věkových kategorií na téměř stejné úrovni. Největší množství SMM je u kategorie U16, nejméně u U17, rozdíl je 0,67 kg. Na obrázku 20 jsou zobrazeny hodnoty množství kosterního svalstva a jeho procentního zastoupení na hmotnosti těla.



Obrázek 20. Porovnání SMM a %SMM jednotlivých věkových kategorií

Průměrné zastoupení buněčné hmoty se pohybuje v rozmezí od 43,17 do 43,90 kg. Nejméně BCM bylo naměřeno u kategorie U17, nejvíce u U16. Vzhledem k množství buněčné hmoty můžeme říct, že odpovídá doporučeným hodnotám pro sportovní populaci. Množství buněčné hmoty je ve všech kategoriích na podobné úrovni (Obrázek 20).



Obrázek 21. Porovnání BCM v jednotlivých věkových kategoriích

## 6 DISKUZE

Optimální tělesné složení je předpokladem pro maximální sportovní výkon. Výsledky měření nám mohou pomoci při sledování účinnosti tréninkového procesu, přiblížit se nebo vyrovnat se parametrům špičkových sportovců v daném sportovním odvětví.

Stanovené hodnoty můžeme porovnávat s hodnotami, které odpovídají špičkovým hráčům fotbalu. Rico – Sanz (1998) uvádí, že by procentní zastoupení tělesného tuku fotbalistů mělo být okolo 10 %. Podle Psotty a kolektivu (2006) je v závislosti na zvýšených tělesných nárocích na elitní hráče vývojovým trendem zvyšovat množství tukuprosté hmoty a snižovat množství tělesného tuku. Zároveň dodává, že procentní zastoupení tělesného tuku je u elitních hráčů v současné době mezi 8 – 12 %.

Tělesná výška hráčů fotbalu je v různých rozmezích, která se dají rozdělit podle toho, odkud hráči pocházejí. Na turnaji Confederation Cup 2005 v Německu se tělesná výška reprezentačních hráčů průměrně pohybovala: u hráčů Mexika 173 cm, Japonska a Argentiny 178 cm, Tuniska 180 cm, Brazílie a Řecko 183 cm, Austrálie 184 cm, Německa 185 cm. Na stejném turnaji o čtyři roky později konaném v Jižní Africe dosahovala průměrná tělesná výška hráčů těchto hodnot: Egypt 179 cm, Jihoafrická Republika 178 cm, Irák 177 cm, Itálie 183 cm, Španělsko 182 cm, USA 181 cm, Brazílie 182 cm. Největší rozdíl však nalezneme mezi nejvyššími hráči výběrů. Například na turnaji v roce 2005 měli Mexičané nejvyššího hráče vysokého 185 cm, naproti tomu nejvyšší hráč Austrálie měl 202 cm. To může poté rozhodovat utkání při standardních situacích (FIFA, 2013).

Pro mládežnické dorostenecké kategorie by však bylo lepší srovnání s hodnotami hráčů evropských reprezentačních výběrů stejné věkové kategorie. Pro starší dorostence U18 a U19 bychom mohli použít srovnání s mužskými hráči, využít bychom mohli porovnání s hráči nastupujícími v nejvyšší české soutěži, s českými reprezentačními hráči a popřípadě i s nejlepšími evropskými týmy.

Novák (2013) uvádí, že při měření fotbalistů Viktorie Plzeň dosahovaly průměrné hodnoty měřené v období 2008-2011 tyto hodnoty: tělesná výška 181,5 – 183,8 cm, tělesná hmotnost 78,2 – 80,7 kg a procentní zastoupení tuku 11,1 – 12,3 %. Hranice tělesné výšky naměřené u elitního českého mužstva je již blíže hráčům z reprezentačních výběrů U16 – U19. Průměrná tělesná hmotnost mládežnických reprezentantů ještě nedosahuje průměrné

hodnoty prvoligového týmu. Procentní zastoupení tuku však mají nižší než český prvoligový tým a jsou spíše v rozmezí evropských špičkových hráčů.

Podle Melchiorriho a kolektivu (2007) mají hráči v italské divizi 1 průměrnou tělesnou hmotnost  $77,7 \pm 5,7$  kg, tělesnou výšku  $182,6 \pm 3,8$ , množství tukuprosté hmoty  $67,9 \pm 6,5$  kg, množství tukové hmoty  $9,8 \pm 3$  kg, procentní zastoupení tělesného tuku  $12,7 \pm 4$  % a množství buněčné hmoty  $34,7 \pm 3,6$  kg. Tělesná hmotnost a výška byly u mládežnických reprezentantů v porovnání s dospělými hráči italské divize 1 nižší, množství FFM bylo u všech skupin mládežnických reprezentantů nižší (U16  $66,49 \pm 8,35$  kg, U17  $65,34 \pm 5,78$  kg, U18  $66,06 \pm 5,92$  kg a U19  $65,75 \pm 4,25$  kg). Množství tukové hmoty bylo u všech čtyř věkových kategorií nižší než u dospělých italských hráčů divize 1, kteří měli  $9,8 \pm 3$  kg, oproti mládežnickým reprezentantům U16 -  $6,62 \pm 1,53$  kg, U17 -  $6,42 \pm 2,10$  kg, U18 -  $6,64 \pm 2,27$  kg a U19 -  $6,00 \pm 1,74$  kg. Procentní zastoupení tělesného tuku U16 -  $9,14 \pm 2,37$  %, U17 -  $8,91 \pm 2,63$  %, U18 -  $9,05 \pm 2,61$  % a U19 -  $8,34 \pm 2,30$  % bylo nižší než u italských hráčů ( $12,7 \pm 4$  %). Množství buněčné hmoty bylo u mládežnických hráčů (U16 -  $43,90 \pm 5,30$  kg, U17 -  $43,17 \pm 3,73$  kg, U18 -  $43,66 \pm 2,61$  kg a U19 -  $43,68 \pm 2,69$  kg) mnohem vyšší než u porovnávaných hodnot hráčů divize 1 ( $34,7 \pm 3,6$  kg). Rozdíly v množství tuku a procentního zastoupení tukové hmoty jsou dány podobným množstvím FFM a nižší hmotností mládežnických reprezentantů.

Hodnoty, které pro hráče mládežnických kategorií zjistili Nikolaidis a Karydis (2011) se vztahují k ročníkům U16 – U19, kteří uvádějí množství FFM u kategorie U16  $54,74 \pm 5,95$  kg, U17  $58,81 \pm 7,92$  kg, U18  $58,27 \pm 6,94$  kg a U19  $60,16 \pm 5,84$  kg. Množství tělesného tuku pro tyto kategorie bylo U16  $11,08 \pm 3,98$  kg, U17  $11,97 \pm 5,57$  kg, U18  $11,21 \pm 4,13$  kg a U19  $10,42 \pm 2,43$  kg. Pokud porovnáme tyto hodnoty s mládežnickými reprezentanty, zjistíme, že všechny kategorie našich souborů mají vyšší podíl tukuprosté hmoty a nižší množství tělesného tuku v porovnání s odpovídajícími hodnotami referenčních kategorií.

Důvodem, proč jsou hráči mládežnických reprezentací svým tělesným složením na srovnatelné úrovni s vrcholovými hráči české ligy anebo převyšují vrstevníky stejné věkové kategorie fotbalu, může být, že se jedná o vysoce selektovanou skupinu. Hráči jsou vybíráni skauty klubů, nejlepší kluby se snaží získat nejlepší hráče. Z těchto vybraných hráčů poté vybírají reprezentační trenéři nejlepší hráče pro reprezentační výběry.

Podle mě by bylo však lepší srovnávat jednotlivé hráče s průměrnými hodnotami elitních hráčů a na základě takto získaných dat, kde bychom viděli nedostatky ve smyslu

porovnání s elitními hráči, zapracovat na odstranění těchto nedostatků směrem k přiblížení se k elitním hráčům ve všech sledovaných parametrech. Nesrovnávat hodnoty týmové, ale individuální. Hráči v týmu hrají různé herní posty a na každý z těchto postů jsou kladeny odlišné nároky. Proto si myslím, že by se měly srovnávat parametry hráčů hrající určitou pozici v herním rozestavení na vrcholové úrovni s parametry jednotlivých hráčů mládežnických reprezentací i klubů. To znamená vytipovat si hráče nebo skupinu hráčů hrající na postu srovnávaného hráče mládežnické reprezentace a mají určité charakteristické herní vlastnosti (např. útočník, hráč menšího vzrůstu, rychlý a technicky vybavený, nebo záložník, rychlý silový hráč technicky vybavený, apod.), zpracovat data a porovnat je navzájem. Takto bychom mohli sledovat růst hráče, jeho přibližování se nebo vyrovnávání se svými parametry tělesného složení nejlepším hráčům světa a tréninky tento vývoj pozitivně ovlivňovat.

Trendem v dnešní výchově mládeže od nejnižších věkových kategorií je zlepšování technických dovedností s míčem. Pokud hráči během svého fotbalového vývoje zapracují na svých aerobních a anaerobních výkonech, taktických dovednostech a trenéři jim navíc pomůžou s monitorováním tělesného složení, můžeme i u nás vychovávat hráče, kteří jsou schopni vyrovnat se elitním hráčům. Poté se může stát, že budou mít hráči větší uplatnění v evropských klubech, kde se může jejich kariéra nadále posouvat na vyšší úroveň prostřednictvím prostředků, které nejlepší evropské kluby poskytují. Ať už se jedná o tréninková centra, elitní trenéry, kvalitnější protihráče i spoluhráče, elitní realizační týmy klubů, apod.



## 7 ZÁVĚRY

Analýzou vybraných parametrů tělesného složení stanovených přístrojem InBody 720 u sledovaných mládežnických reprezentantů jsme došli k závěru, že soubory vytvořené na základě jednoletých věkových kategorií se ve vybraných parametrech tělesného složení lišily nepatrně. Nebyly zjištěny větší rozdíly v absolutním a relativním zastoupení celkové tělesné vody, extra- a intracelulární vody, tělesného tuku, tukuprosté hmoty, kosterního svalstva a buněčné hmoty mezi věkovými kategoriemi hráčů.

Množství celkové tělesné vody v jednotlivých věkových kategoriích se pohybovalo v rozmezí od 47,79 l (66,48 %) do 48,64 l (66,98 %). Rozdíl v zastoupení celkové tělesné vody byl 0,85 l (0,5 %). Množství nitrobuněčné vody v jednotlivých věkových kategoriích bylo v rozmezí od 30,14 l (41,91 %) do 30,64 l (42,49 %). Rozdíl v množství nitrobuněčné vody byl 0,5 l (0,58 %). Množství mimobuněčné vody v jednotlivých věkových kategoriích bylo zastoupeno v rozmezí od 17,57 l (24,49 %) do 18,0 l (24,62 %). Rozdíl mezi kategoriemi v zastoupení mimobuněčné vody byl 1,07 l (0,13 %).

Množství tukové složky v jednotlivých kategoriích se pohybovalo od 6,0 kg (8,34 %) do 6,64 kg (9,14 %). Rozdíl v množství tělesného tuku byl 0,64 kg (0,8 %).

Množství tukuprosté hmoty v jednotlivých věkových kategoriích se pohybovalo v rozmezí od 65,34 kg (90,87 %) do 66,49 kg (91,64 %). Rozdíl v zastoupení tukuprosté hmoty byl 1,15 kg (0,77 %).

Množství kosterního svalstva v jednotlivých věkových kategoriích se pohybovalo mezi 37,30 kg (51,93 %) a 37,97 (52,64 %). Rozdíl v rozvoji kosterního svalstva byl 0,67 kg (0,71 %).

Množství buněčné hmoty v jednotlivých věkových kategoriích bylo od 43,17 kg do 43,90 kg. Rozdíl v zastoupení buněčné hmoty byl 0,73 kg.

V porovnání s referenčními hodnotami normální populace měli hráči mládežnických reprezentací U16 – U19 více celkové tělesné vody, extra- a intracelulární vody, tukuprosté hmoty a kosterního svalstva. Zastoupení tělesného tuku bylo u našich souborů nižší než hodnoty normální populace. Množství buněčné hmoty odpovídá doporučeným hodnotám. Tělesná hmotnost je u kategorie U16 v percentilovém pásmu 75. – 90. percentilu, což odpovídá zvýšené hmotnosti. Kategorie U17 a U18 mají svou tělesnou hmotnost v pásmu

středních hodnot. Tělesná výška je u všech kategorií v normě, odpovídá rozmezí středních hodnot.

Hráči mládežnických reprezentací patří mezi vysoce selektovanou skupinu osob, proto se sledované parametry tělesného složení mezi jednotlivými věkovými kategoriemi příliš nelišily.

## 8 SOUHRN

Cílem bakalářské práce byla analýza tělesného složení mládežnických reprezentačních fotbalistů stanovená pomocí bioelektrické impedanční metody. K analýze byl použit multifrekvenční přístroj InBody 720.

Výzkumný soubor byl tvořen celkem 157 hráči dorosteneckých kategorií (U16-U19), u kterých byla provedena analýza tělesného složení. Počet naměřených probandů v jednotlivých kategoriích byl následující: kategorie U16 (n=13), U17 (n=67), U18 (n=58) a U19 (n=19). Průměrná tělesná výška kategorie U16 byla 182,15 cm, tělesná hmotnost 73,11 kg. Průměrná tělesná výška hráčů U17, byla 180,45 cm a hmotnost 71,77 kg. Věková kategorie U18 měla průměrnou tělesnou výšku 180,74 cm a tělesná hmotnost v průměru 72,70 kg. Do poslední skupiny patřili hráči kategorie U19, průměrná tělesná výška této skupiny byla 180,48 cm a hmotnost 71,75 kg. Hodnoty tělesné výšky a hmotnosti jsou uvedeny v percentilových grafech.

V teoretické části se práce zabývá vymezením základních pojmů. V této části jsou informace o tělesném složení, jeho historii, modelech tělesného složení, jednotlivých složkách tělesného složení a metodách odhadu. Z pohledu fotbalu se teorie zabývá jeho charakteristikou, základními pravidly, krátkou historií, informacemi o mládežnických reprezentantech a specifiky tréninku.

Zastoupení celkové tělesné vody bylo v rozmezí 47,79 – 48,64 l, nejvíce byla TBW zastoupena v kategorii U16, nejméně v kategorii U17. Procentní zastoupení TBW se pohybovalo v rozmezí od 66,48 do 66,98 %, nejvyšší bylo u kategorie U19, nejmenší u U18. Množství nitrobuněčné vody bylo od 30,14 do 30,64 l. Nejvíce ICW bylo v kategorii U16, nejméně u U17. Procentní zastoupení ICW bylo v rozmezí 41,91 – 42,49 %, nejvíce v kategorii U19, nejméně u hráčů U16. Mimobuněčná voda se svým množstvím pohybovala v rozmezí 17,57 – 18,64, nejméně ECW bylo v kategorii U19, nejvíce v kategorii U16. Procentní zastoupení ECW se pohybovalo v rozmezí 24,49 – 24,62 %.

Hodnota množství tělesného tuku se pohybovala od 6,0 do 6,64 kg, nejméně FM v kategorii U19, nejvíce u hráčů U18. Procentní zastoupení tělesného tuku v rozmezí 8,34 – 9,14 %, nejméně %BF u hráčů U19, nejvíce u U16.

Tukuprostá hmota byla zastoupena nejvíce v kategorii U16 a nejméně u U17, hodnoty kategorií se pohybovaly v rozmezí 65,34 – 66,49 kg. Procentní zastoupení FFM bylo od 90,87 do 91,64 %, největší bylo %FFM u kategorie U19 a nejméně u U18.

Kosterní svalstvo bylo zastoupeno v rozmezí od 37,30 do 37,97 kg, nejvíce v kategorii U16 a nejméně u hráčů U17. Procentní zastoupení SMM je v rozmezí 51,93 – 52,64 %, nejvíce %SMM je u kategorie U19 a nejméně u U18.

Množství buněčné hmoty se pohybovalo v rozmezí 43,17 – 43,90 kg, nejvíce BCM v kategorii U16 a nejméně v kategorii U17.

Průměrné hodnoty sledovaných parametrů mezi věkovými kategoriemi si byly podobné, ale nacházíme velké rozdíly v minimálních a maximálních hodnotách věkových kategorií. S rostoucím věkem byla homogenita souborů větší. Při porovnání s referenčními hodnotami normální populace měli hráči mládežnických reprezentací U16 – U19 více TBW, ICW, ECW, FFM a SMM. Zastoupení tělesného tuku a jeho procentní zastoupení bylo u našich souborů nižší než hodnoty normální populace. Množství buněčné hmoty odpovídá referenčním hodnotám. Tělesná hmotnost je v kategoriích U17 a U18 v rozmezí středních hodnot normální populace. Kategorie U16 je v pásmu, které odpovídá zvýšené hmotnosti. Tělesná výška je u všech kategorií v pásmu středních hodnot, odpovídají tedy normě.

Cíle bakalářské práce byly splněny.

## 9 SUMMARY

Aim of this thesis was to analyze body composition youth representative soccer, determined by bioelectrical impedance method. The analysis was used multifrequency device InBody 720.

The sample consisted of 157 junior players of categories (U16 – U19), which was an analysis of body composition. Number of measured probands in each category was as follows: category U16 (n = 13), U17 (n = 67), U18 (n = 58) and U19 (n = 19). The average body height U16 category was 182,15 cm, weight 73,11 kg. The average stature of players U17 was 180,45 cm and weight 71,77 kg. U18 age category had an average body height 180,74 cm and body weight on average 72,70 kg. The last group were the players of the U19 category, the average stature of this group was 180,48 cm and weight 71,75 kg. The values of height and weight are listed in the percentile charts.

The theoretical part deals with the definition of basic concepts. This section provides information on body composition, its history, models, body composition, the individual components of body composition and methods of estimation. In terms of football, the theory deals with the characteristics, basic rules, a short history, information about youth representatives and the specifics of the training.

Representation of total body water ranged from 47,79 to 48,64 liters, TBW was the most represented in the U16 category, at least in the U17 category. Percentage of TBW ranged from 66,48 to 66,98 %, the highest was in the category U19, U18 at least. The amount of intracellular water was from 30,14 to 30,64 l. Most ICW was in the category U16, U17 least. Percentage of ICW was in the range of 41,91 to 42,49 %, the highest in the category U19, U16 players at least. Extracellular water with its abundance ranged from 17,57 to 18,64, at least ECW was in the U19 category, the most in the U16 category. Percentage of ECW ranged from 24,49 to 24,62 %.

Value of body fat ranged from 6,0 to 6,64 kg, at least in the FM category U19, U18 players at the most. Percentage fat in the range of 8,34 to 9,14 %, % BF at least Player U19, U16 at most.

Fat free mass was the most represented category U16 and U17 at least, category values ranged from 65,34 to 66,49 kg. Percentage of FFM was from 90,87 to 91,64 %, the largest % FFM was in the category U19 and U18 was at least.

Skeletal muscles were represented ranging from 37,30 to 37,97 kg, most in category U16 and players U17 at least. Percentage of SMM is in the range of 51,93 to 52,64 %, the highest % SMM is the category U19 and U18 at least.

The amount of body cell mass ranged from 43,17 to 43,90 kg, most BCM in category U16 and U17 category at least .

The average values of monitored parameters between age groups were similar, but found large differences in the minimum and maximum values of ages. With increasing age was greater homogeneity files. When compared with the reference values of the normal population were youth players representations U16 - U19 more TBW, ICW, ECW, FFM and SMM. Representation of body fat and percentage of affecting our files lower than the normal population. The amount of cell mass equivalent to reference values. Body weight is in categories U17 and U18 in the range of mean values of the normal population. Category U16 is in a zone that corresponds to the increased weight. Body height in all categories on the medium values correspond therefore standard.

Objective of the thesis have been met.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Andreoli, A., Melchiorri, G., Brozzi, M., Di Marco, A., Volpe, S. L., Garofano, P., Di Daniele, N., & De Lorenzo, A. (2003). Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes. *Acta Diabetol*, 40, 122 – 125.
- Biospace (2009). Retrieved 15. 4. 2014 from World Wide Web: [www.biospace.cz](http://www.biospace.cz).
- Carbuhn, A. F., Fernandez, T. E., Bragg, A. F., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2010). Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1710 – 1717.
- Dorhöfer, R. P. & Pirlich, M. (2007). *Das BIA – Kompendium, III. Ausgabe*. Data Input GmbH, Darmstadt.
- FIFA (2013). Retrieved 20. 4. 2014 from World Wide Web:  
<http://www.fifa.com/worldfootball/statisticsandrecords/tournaments/tournament=101/>.
- Heymsfield, S. B. (2008). Development of imaging methods to assess adiposity and metabolism. *International Journal of Obesity*, 32, 76 – 82.
- Heymsfield, S. B. (2009). *Body composition (elektronická ressource)*. Londýn: Henry Stewart Talks.
- Heymsfield, S. B., Lohman, T. G., Wang, Z., & Going, S. B. (2005). *Human body composition* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hřebík, J. (2013). I v našich podmínkách lze zvládat náročnost vývoje současného fotbalu. *Fotbal a trénink*, 4, 21 – 22.
- InBody (2009). Retrieved 15. 4. 2012 from the World Wide Web: [www.inbody.cz](http://www.inbody.cz).
- InBody720 (2013). Retrieved 29. 4. 2014 from the World Wide Web:  
<http://derwenthealthcare.com/inbody/inbody-720>
- Kalm, L. M., & Semba, R. D. (2005). They Starved So That Others Be Better Fed:

- Remembering Ancel Keys and the Minnesota Experiment. *The Journal of Nutrition*, 135(6), 1347 – 1352.
- Kureš, J., Hora, J., Jachimstál, B., Nitsche, J., Skočovský, M., & Špak, J. (2007). *Pravidla fotbalu: platná od 1. 7. 2007*. Praha: Olympia.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226 – 1243.
- Macho, M. (1996). *Fotbal – vášeň 20. Století: historie ve faktech, názorech a obrazech*. Praha: Brána, spol. s.r.o.
- Melchiorri, G., Monteleone, G., Andreoli, A., Callà, C., Sgroi, M., & De Lorenzo, A. (2007). Body cell mass measured by bioelectrical impedance spectroscopy in professional football (soccer) players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47, 408 – 412.
- Nikolaidis, P. T., & Karydis, N. V. (2011). Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2(2), 75 – 82.
- Novák, J. (2013). Co se děje v organismu hráče při fotbalovém utkání. *Fotbal a trénink*, 4, 10 – 13.
- Orhan, Ö., Sagir, M., & Zorba, E. (2013). Comparison of Somatotype values of football Players in two professional league teams according to the positions. *Collegium Antropologicum*, 37(2), 401 – 405.
- Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.
- Procházka, K. (1987). *Fotbal to je hra*. Praha: Olympia.
- Přidalová, M., & Zapletalová, L. (1997). Tělesné složení a typologie lyžařů. In *Optimální působení tělesné zátěže*. Hr. Králové: Gaudeamus.
- Psotta, R., Bunc, V., Máhrová, A., Netscher, J., & Nováková, H. (2006). *Fotbal: kondiční*



- trénink*. Praha: Grada.
- Rico-Sanz, J. (1998). Body composition and nutritional assessments in soccer. *Int. J. Sport Nutr.*, 8(2), 113 – 123.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: Nakladatelství ISV.
- Sivek, Z. (2013). Tréninková příprava: 16-17 let. *Fotbal a trénink*, 3, 38 – 39.
- Sivek, Z. (2013). Tréninková příprava: 18-19 let. *Fotbal a trénink*, 4, 16 – 18.
- Schultz, S. G. (2002). William Harvey and the circulation of the blood: The birth of a scientific revolution and modern physiology. *News in Physiological Science*, 17, 175 – 180.
- Śliwowski, R., Andrzejewski, M., Wieczorek, A., Barinow-Wojewódzki, A., Jadczak, Ł., Adrian, J., Pietrzak, M., & Wieczorek, J. (2013). Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. *Biology of Sport*, 30, 137 – 143.
- SZÚ (2001). Hodnocení růstu a vývoje dětí a mládeže. Retrieved 24. 4. 2014 from World Wide Web: <http://www.szu.cz/publikace/data/rustove-grafy>.
- Tanita (2014). Retrieved 15. 4. 2014 from World Wide Web: [www.tanita.com](http://www.tanita.com).
- Thomas, B. J., Cornish, B. H., & Ward, L. C. (1992). Bioelectrical impedance analysis for Measurement of body fluid volumes: a review. *Journal of Clinical Engineering*, 17(6), 505 – 510.
- Vaidová, E., & Kaplan, A. (2012). Plyometrická metoda posilování v kondiční přípravě fotbalisty. *Česká kinantropologie*, 16(2), 35 – 44.
- Votík J. (2005). *Trenér fotbalu „B“ UEFA licence*. Praha: Olympia.
- Wang, Z., Heymsfield, S. B., Pi-Sunyer, F. X., Gallagher, D., & Pierson, R. N. Jr. (2008). Body composition analysis: Cellular level modeling of body component ratios. *International Journal of Body Composition Research*, 6(4), 173 – 184.

- Wang, Z., Pierson, R. N. Jr., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19 – 28.
- Wang, Z., Wang, Z. M., & Heymsfield, S. B. (1999). History of the study of human body composition: A brief review. *American Journal of Human Biology*, 11(2), 157 – 165.
- Warner, E. R., Fornetti, W. C., Jallo, J. J., & Pivarnik, J. M. (2004). A skinfold model to predict fat-free mass in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 259-262.
- Wong, P., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204 – 1210.

## **11 SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1.** Seznam používaných zkratk

**Příloha 2.** Ukázka výsledků z přístroje InBody 720

**Příloha 3.** Percentilový graf tělesné hmotnosti U16 – U18

**Příloha 4.** Percentilový graf tělesné výšky U16 – U18

**Tabulka 1.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U16

**Tabulka 2.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U17

**Tabulka 3.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U18

**Tabulka 4.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U19

**Tabulka 5.** Popisné charakteristiky tělesné hmotnosti a výšky kategorií U16, U17, U18 a U19

## **Příloha 1.** Seznam používaných zkratek

TBW – Total Body Water – celková tělesná voda (CTV, l)

ECW – Extracellular Water – mimobuněčná voda (ECV, l)

ICW – Intracellular Water – nitrobuněčná voda (ICV, l)

FFM – Fat Free Mass – tukuprostá hmota (TH, kg)

FM – Fat Mass – tělesný tuk (TT, kg)

PBF (%BF) – Percent Body Fat – procentní zastoupení tělesného tuku (%TT, %)

BCM – Body Cell Mass – buněčná hmota (BH, kg)

BMC – Bone Mineral Content – množství kostních minerálů (KM, kg)

BMR – Basal Metabolic Rate – bazální metabolismus (BM, kcal)

VFA – Visceral Fat Area – oblast viscerálního (útrobního) tuku (VT, cm<sup>2</sup>)

BMI – Body Mass Index (BMI, kg/m<sup>2</sup>)

DBM – Dry Body Mass – sušina (S, kg)

SLM – Soft Lean Mass – štíhlá tělesná hmota – rozdíl mezi FFM a BMC (ŠTH, kg)

WHR – Waist Hip Ratio – poměr pas/boky (WHR, -)

SMM – Skeletal Muscle Mass – kosterní svalstvo (KS, kg)

**Příloha 2. Ukázka výsledků z přístroje InBody 720**

# InBody 720

JMÉNO: NAME VĚK: AGE TĚLESNÁ VÝŠKA: HEIGHT POHLAVÍ: GENDER DATUM: DATE  
 20,0years 180,0cm Male 2011/05/03 13:46:04  
 Male = muž Female = žena

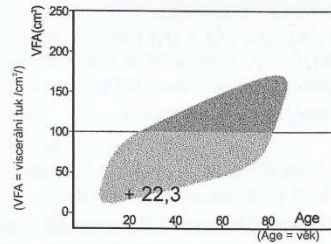
Univerzita Palackého v Olomouci  
 Fakulta tělesné kultury  
 Katedra funkční antropologie a fyziologie  
**Hodnocení viscerálního tuku**

**Analýza tělesného složení**

Komponenty	Hodnoty	Celková tělesná voda	Stihla tělesná hmota	Tukuprostá hmota	Tělesná hmotnost	Průměrné hodnoty
INTRACELULÁRNÍ TEKUTINA (ℓ)	29,3	46,5	59,9	63,4	68,0	24,8 ~ 30,4
EXTRACELULÁRNÍ TEKUTINA (ℓ)	17,2					15,2 ~ 18,6
PROTEINY (kg)	12,7	mimokostní: 3,52				10,7 ~ 13,1
MINERÁLY (kg)	4,26					3,71 ~ 4,53
TĚLESNÝ TUK (kg)	4,6					8,6 ~ 17,1

*► Množství minerálů je odhadováno.*

**Visceral Fat Area**



**Analýza svalstvo - tuk**

	Podprůměr	Norma	Nadprůměr	(%)	Průměrné hodnoty
HMOTNOST (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205	68,0			60,6 ~ 82,0
KOSTERNÍ SVALSTVO (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170	36,2			30,6 ~ 37,4
TĚLESNÝ TUK (kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520	4,6			8,6 ~ 17,1

**Zhodnocení stravy**

Proteiny  Nízká  Nadstátek  
 Minerály  Nízká  Nadstátek  
 Tuk  Norma  Nízká  Nadbytek

**Udržování hmotnosti**

Hmotnost  Nízká  Pod  Nad  
 Kosterní svalstvo  Nízká  Silný  Pod  Nad  
 Tuk  Norma  Nízká  Nad

**Diagnóza obezity**

	Podprůměr	Norma	Nadprůměr	Průměrné hodnoty
BMI (kg/m²)	10 15 18,5 22 25 30 35 40 45 50 55	21,0		18,5 ~ 25,0
PBF ZASTŘEŠENÍ TĚLESNÉHO TUKU (%)	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50	6,8		10,0 ~ 20,0
WHR (př. boky)	0,70 0,75 0,80 0,85 0,90 0,95 1,00 1,05 1,10 1,15 1,20	0,79		0,80 ~ 0,90

**Diagnóza obezity**

BMI  Nízká  Pod  Nad  
 Nadměrně přes  
 % tuku v těle  Nízká  Nad  Nadměrně přes  
 WHR  Nízká  Nad  Nadměrně přes

**Svalová rovnováha** Svalovina ■■■ Svalovina/ideální svalovina x 100 (%)

	Podprůměr	Norma	Nadprůměr	Segmentální otok	OTOK
PRAVÁ HORNÍ KONČETINA (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	3,43	112,3	ECF/TBF ECW/TBW	0,319 0,365
LEVÁ HORNÍ KONČETINA (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	3,29	107,6		0,321 0,367
TRUP (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	26,7	104,6		0,323 0,369
PRAVÁ DOLNÍ KONČETINA (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	10,89	116,6		0,322 0,368
LEVÁ DOLNÍ KONČETINA (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	10,63	113,8		0,328 0,374
					0,323 0,370

**Tělesná rovnováha**

Horní  Vyrovnána  Slabá  Existence svaloviny  
 Dolní  Vyrovnána  Slabá  Existence svaloviny  
 Horní-dolní  Vyrovnána  Slabá  Existence svaloviny

**Svalová síla**

Horní  Nízká  Vynutá  Slabá  
 Dolní  Norma  Vynutá  Slabá  
 Celkové svalstvo  Norma  Sychalé  Slabá

**Hodnocení rizika**

Tělesná voda  Nízká  Pod  
 Otok  Nízká  Lehký otok  Otok  
 Životní styl  Nízká  Upozornění  Rizikový  
 Vysoce rizikový

**Historie měření tělesného složení**

**Body Composition History**

DATE / TIME	Weight	SMM	Fat	Score	ECW/TBW
10/10/04 09:31	67,3	36,1	4,2	79	0,367
11/05/03 13:46	68,0	36,2	4,6	80	0,370

**Dodatečná data**

**Additional Data** (Průměrné hodnoty) (Normal Range)

Obesity = 95%	90 ~ 110
B C M = 42,0kg	35,6 ~ 43,5
B M C = 3,52kg	3,05 ~ 3,73
B M R = 1740kcal	1494,3 ~ 1744,1
A C = 28,5cm	
A M C = 26,0cm	

Obesity = obezita  
 BCM = buněčná hmota  
 BMC = množství minerálů  
 BMR = bazální metabolismus  
 AC = obvod paže (měřeny mezi loktem a ramenním)  
 AMC = obvod pažních svalů

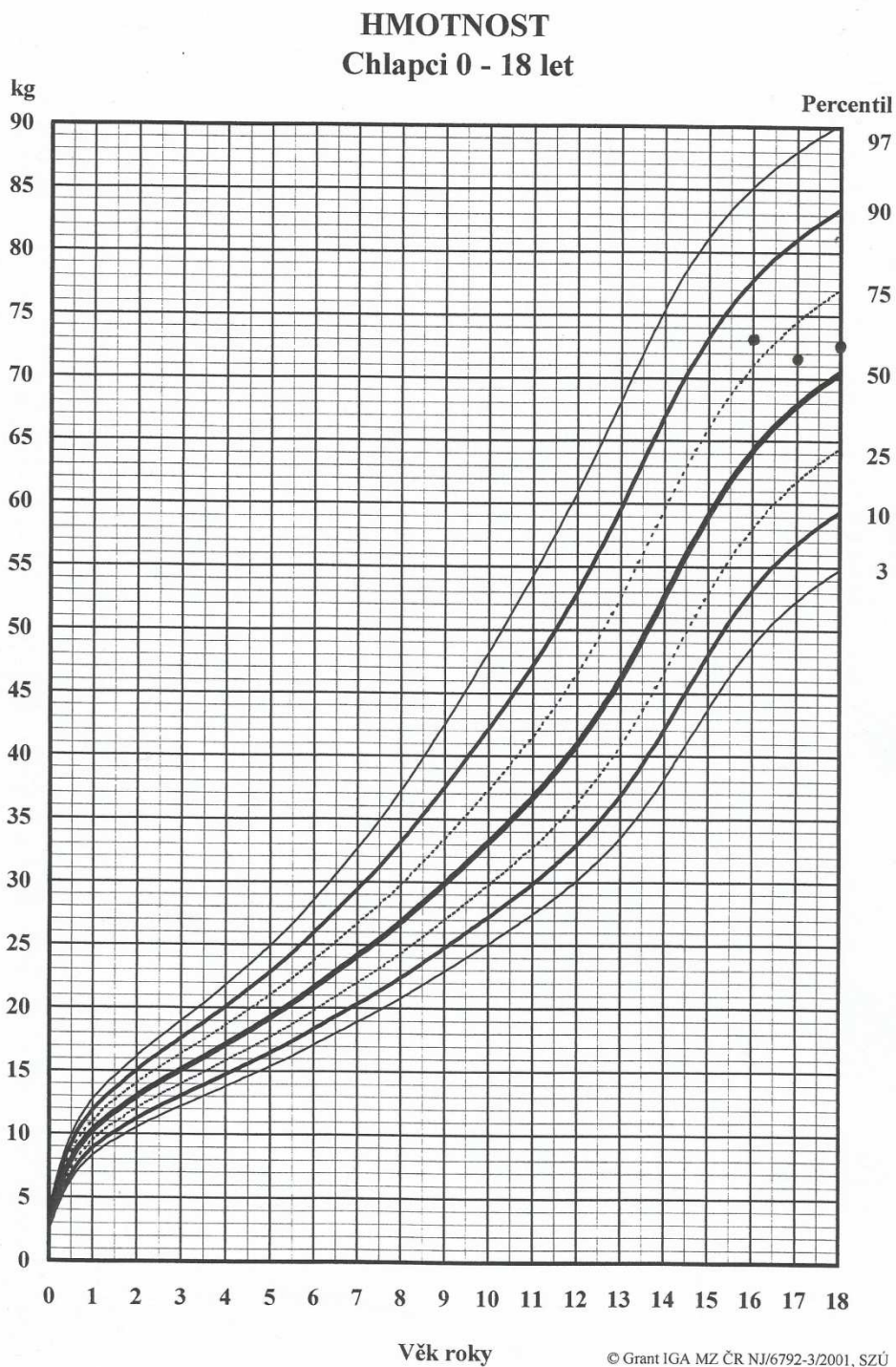
**Kontrola tělesné hmotnosti**

Cílová hmotnost	<b>71,2 kg</b>
Kontrola hmotnosti (+/-)	<b>+ 3,2 kg</b>
Kontrola tukové složky (+/-)	<b>+ 3,2 kg</b>
Kontrola svalstva (+/-)	<b>0,0 kg</b>
Fitness skóre	<b>80 bodů</b>

**Impedance**

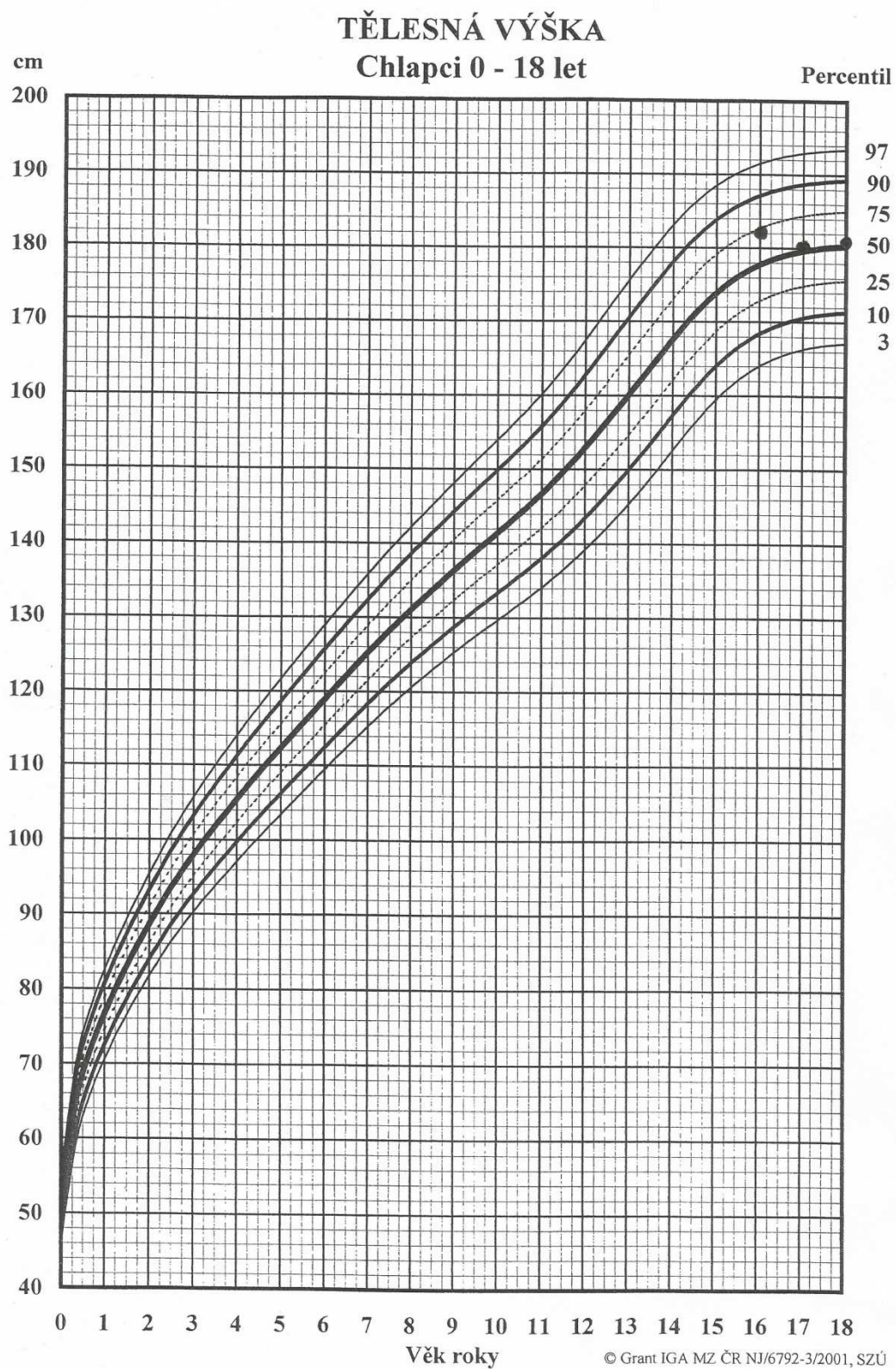
Z (KHz)	RA	LA	TR	RL	LL
1kHz	348,5	362,5	26,3	247,9	255,3
5kHz	343,6	356,9	25,7	244,1	252,0
50kHz	296,8	312,2	21,2	212,0	221,6
250kHz	259,6	275,1	17,1	185,7	195,2
500kHz	247,8	263,4	15,7	179,3	188,6
1000kHz	238,9	254,0	14,6	175,2	184,3
Xc 5kHz	18,7	17,8	2,1	11,4	10,8
50kHz	34,4	34,6	3,4	25,6	25,1
250kHz	27,2	27,7	2,8	16,3	16,7

**Příloha 3.** Percentilový graf tělesné hmotnosti U16 – U18 (upraveno podle SZÚ, 2001)





**Příloha 4.** Percentilový graf tělesné výšky U16 – U18 (upraveno dle SZÚ, 2001)



**Tabulka 1.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U16

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>TBW (l)</b>	48,64	6,07	40,40	61,50
<b>ICW (l)</b>	30,64	3,70	25,60	38,30
<b>ECW (l)</b>	18,00	2,38	14,80	23,20
<b>FFM (kg)</b>	66,49	8,35	55,30	84,10
<b>FM (kg)</b>	6,62	1,53	3,50	9,00
<b>%BF (%)</b>	9,14	2,37	5,05	13,96
<b>SMM (kg)</b>	37,97	4,83	31,36	47,93
<b>BCM (kg)</b>	43,90	5,30	36,63	54,84

**Tabulka 2.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U17

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>TBW (l)</b>	47,79	4,21	41,00	61,10
<b>ICW (l)</b>	30,14	2,60	25,80	38,20
<b>ECW (l)</b>	17,64	1,63	15,10	22,90
<b>FFM (kg)</b>	65,34	5,78	56,10	83,70
<b>FM (kg)</b>	6,42	2,10	2,00	12,50
<b>%BF (%)</b>	8,91	2,63	3,00	15,97
<b>SMM (kg)</b>	37,30	3,39	31,66	47,86
<b>BCM (kg)</b>	43,17	3,73	36,97	54,76

**Tabulka 3.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U18

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>TBW (l)</b>	48,33	4,32	41,90	60,00
<b>ICW (l)</b>	30,48	2,69	26,40	37,90
<b>ECW (l)</b>	17,86	1,66	15,40	22,10
<b>FFM (kg)</b>	66,06	5,92	57,10	82,20
<b>FM (kg)</b>	6,64	2,27	1,90	12,40
<b>%BF (%)</b>	9,05	2,61	3,00	14,63
<b>SMM (kg)</b>	37,75	3,51	32,37	47,37
<b>BCM (kg)</b>	43,66	3,85	37,75	54,22



**Tabulka 4.** Popisné charakteristiky u vybraných parametrů tělesného složení kategorie U19

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>TBW (l)</b>	48,06	3,15	40,30	53,50
<b>ICW (l)</b>	30,49	1,89	25,70	33,80
<b>ECW (l)</b>	17,57	1,30	14,60	20,00
<b>FFM (kg)</b>	65,75	4,25	55,30	73,00
<b>FM (kg)</b>	6,00	1,74	2,00	9,00
<b>%BF (%)</b>	8,34	2,30	3,00	12,22
<b>SMM (kg)</b>	37,77	2,45	31,58	42,12
<b>BCM (kg)</b>	43,68	2,69	36,88	48,46

**Tabulka 5.** Popisné charakteristiky tělesné hmotnosti a tělesné výšky jednotlivých kategorií

		<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
<b>U16</b>	<b>Výška (cm)</b>	182,15	6,88	174,00	196,70
	<b>Hmotnost (kg)</b>	73,11	8,36	64,30	91,70
<b>U17</b>	<b>Výška (cm)</b>	180,45	5,35	170,60	197,50
	<b>Hmotnost (kg)</b>	71,77	6,36	61,00	89,10
<b>U18</b>	<b>Výška (cm)</b>	180,74	4,04	170,60	186,70
	<b>Hmotnost (kg)</b>	72,70	7,06	61,70	93,86
<b>U19</b>	<b>Výška (cm)</b>	180,48	4,66	171,50	186,80
	<b>Hmotnost (kg)</b>	71,75	4,76	63,00	80,60