

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE

(bakalářská)

2011

Miroslav SKLENÁŘ

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U  
STUDENTŮ A STUDENTEK 1. A 3. ROČNÍKU FTK UP NA ZÁKLADĚ  
METODY BIOELEKTRICKÉ IMPEDANCE

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Miroslav Sklenář, učitelství pro střední školy,

kombinace tělesná výchova - anglická filologie

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

Olomouc 2011

**Jméno a příjmení autora:** Miroslav Sklenář

**Název bakalářské práce:** Srovnání vybraných parametrů tělesného složení u studentů a studentek 1. a 3. ročníku FTK UP na základě metody bioelektrické impedance

**Pracoviště:** Katedra funkční antropologie a fyziologie FTK UP v Olomouci

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

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2011

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce řeší tělesné složení u studentů a studentek 1. a 3. ročníku FTK UP v Olomouci. Měření proběhla v letech 2007 a 2009 na základě bioelektrické impedanční metody pomocí přístrojů Tanita BC-418MA a InBody 720. Sledovanými parametry bylo množství tělesného tuku, odhad celkové, extracelulární a intracelulární vody, která je součástí tukuprosté hmoty. Na základě zpracovaných výsledků jsme sledovali změny tělesného složení u studentů a studentek v letech 2007 a 2009, a také změny výsledných parametrů mezi přístroji InBody 2007 a Tanita BC-418MA. Rozdíly mezi přístroji byly minimální a během dvou let došlo pouze k nepatrným změnám v tělesném složení jak u studentů, tak i u studentek.

**Klíčová slova:** frakcionace tělesné hmotnosti, tuková hmota, tukuprostá hmota, celková tělesná voda, bioelektrická impedance, InBody 720, Tanita BC-418MA

Bakalářská práce byla zpracována v rámci projektu „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (IK: 6198959221).

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

**Author's first name and surname:** Miroslav Sklenář

**Title of the bachelor thesis:** Comparison of selected parameters of body composition in male and female students in the first and in the third year of studies of Faculty of Physical Culture at Palacký University in Olomouc on the basis of bioelectrical impedance method.

**Department:** Department of functional anthropology and physiology

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

**The year of the presentation:** 2011

**Abstract:** This bachelor thesis deals with body composition in male and female students in the first and in the third year of studies of Faculty of Physical Culture at Palacký University in Olomouc. Students were measured in the years of 2007 and 2009 by the usage of first-rate devices of Tanita BC-418MA and InBody 720. Selected parameters were: body fat, body fat percentage, total body water, intra- and extra-cellular water and fat free mass. We were interested in the changes of results between men and women in both years and also in changes between the two devices, InBody 720 and Tanita BC-418MA. There were only small differences between the results from both devices. There were also minimal changes in body composition of male and female students.

**Keywords:** fractionation of body weight, body fat, free fat mass, total body water, bioelectrical impedance method, InBody 720, Tanita BC-418MA

The bachelor thesis was elaborated within the project “Physical Activity and Inactivity of the Inhabitants of the Czech Republic in the Context of Behavioural Changes“ (IC: 6198959221).

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

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a veškerou literaturu a použité zdroje jsem všechny správně a úplně citoval.

V Olomouci dne 14. 7. 2011

.....

## *PODĚKOVÁNÍ*

*Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové Ph.D. za pomoc a cenné rady při vypracování bakalářské práce.*

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD</b>	<b>8</b>
<b>2 SYNTÉZA POZNATKŮ</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Tělesné složení</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1 Modely tělesného složení</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2 Tělesný Tuk</b>	<b>11</b>
<b>2.1.3 Tukuprostá hmota</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4 Tělesná voda</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Metody odhadů tělesného složení</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1 Antropometrie</b>	<b>15</b>
<b>2.2.2 Biofyzikální a biochemické metody</b>	<b>15</b>
<b>2.2.3 Bioelektrická impedanční metoda</b>	<b>16</b>
<b>3 CÍL</b>	<b>20</b>
<b>4 METODIKA</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Soubor</b>	<b>21</b>
<b>4.2 InBody</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Tanita BC-418MA</b>	<b>24</b>
<b>5 VÝSLEDKY</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Srovnání naměřených parametrů u mužů</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Srovnání naměřených parametrů u žen</b>	<b>32</b>
<b>6 ZÁVĚRY</b>	<b>37</b>
<b>7 SOUHRN</b>	<b>38</b>
<b>8 SUMMARY</b>	<b>40</b>
<b>9 REFERENČNÍ SEZNAM</b>	<b>42</b>

# 1 ÚVOD

Žijeme v 21. století, v době obrovského pokroku vědy a techniky. Dokážeme odpovědět na téměř všechny otázky z jakékoliv oblasti. Denně jsme neustále ovlivňováni dalším a dalším přísunem informací. Nejnovější technologie pracují pro nás, ale v mnoha případech také bohužel za nás. Čím dál tím méně lidí se pravidelně věnuje pohybové aktivitě a co je horší, stále přibývá těch, kteří omezují už i nezákladnější a nejpřirozenější pohybové aktivity jako jsou chůze, běh nebo plavání. Pro většinu lidí je dnes auto samozřejmostí a tak ho neváhají použít i třeba na pár desítek metrů na nákup. Někteří zašli tak daleko, že všechny starosti dnešního života řeší pomocí pár kliknutí na internetu. Pro ně se pak cesta z obývacího pokoje do lednice mění v celodenní výzvu a často také v jedinou pohybovou aktivitu v průběhu dne. Že se to zdá přehnané? V některých částech světa zcela určitě, ale podle výzkumů z posledních let je jasné, že i u nás takovýchto lidí stále přibývá.

Česká republika se v počtu obézních propracovala na přední místo v celé Evropě. Tento problém skutečně narůstá. 21 % mužů a 31 % žen je obézních. Když sečteme nadváhu a obezitu, vyjde nám u žen alarmující číslo 68 % a u mužů dokonce 72 %. Výskyt obezity a nadváhy je u nás vyšší než v evropském průměru. Oproti zbytku Evropy je u českých mužů zejména vyšší výskyt obezity, u žen je nižší výskyt nadváhy a výrazně vyšší výskyt obezity (<http://www.obezita.cz/obezita/v-cr-a-ve-svete/>).

To, že pohybová aktivita má příznivý vliv nejen na správné tělesné složení, se snažím dokázat v této práci. Sledovanou skupinou jsou studenti FTK UP v Olomouci, kteří vzhledem k náplni svého studia mají minimálně 3-4x týdně pohybovou aktivitu. To nemluvím o sportech vykonávaných ve svém volném čase. Mimo to na ně ještě působí přednášky věnované zdravému životnímu stylu, správné výživě a jiné další.

Vyšší objem a intenzita pohybové aktivity se podílejí na formování vybraných somatických charakteristik lidského těla. U studentů vysokých škol, u kterých je tělesná výchova dennodenní praktickou činností, lze předpokládat její významný vliv na fyzickou kondici jedince. U studentů a studentek FTK UP v Olomouci lze předvídat, že vzhledem k vyšší pohybové aktivitě determinujeme spektrum somatických znaků, kterými se budou odlišovat od zdravé běžné české populace (Přidalová et al., 2004)

Ve své bakalářské práci se zabývám srovnáním analýz tělesného složení u studentů a studentek 1. a 3. ročníku FTK UP na základě bioelektrické impedanční metody. Měření proběhla v letech 2007 a 2009 na přístrojích Tanita BC-NC 418 a InBody 720.



## 2 SYNTÉZA POZNATKŮ

### 2.1 Tělesné složení

Měření tělesného složení, přesněji odhad tělesného složení, bylo historicky řízeno dostupností metod. Výzkum byl spíše režírován v obsahu, co by mohlo být měřeno, než tím, co by odborníci chtěli měřit. Dnes mohou být měřeny prakticky všechny části těla. Tento pokrok měl za následek vznik tělesných modelů, které poskytují rámec pro studující tělesné složení (Malina & Bouchard, 1991).

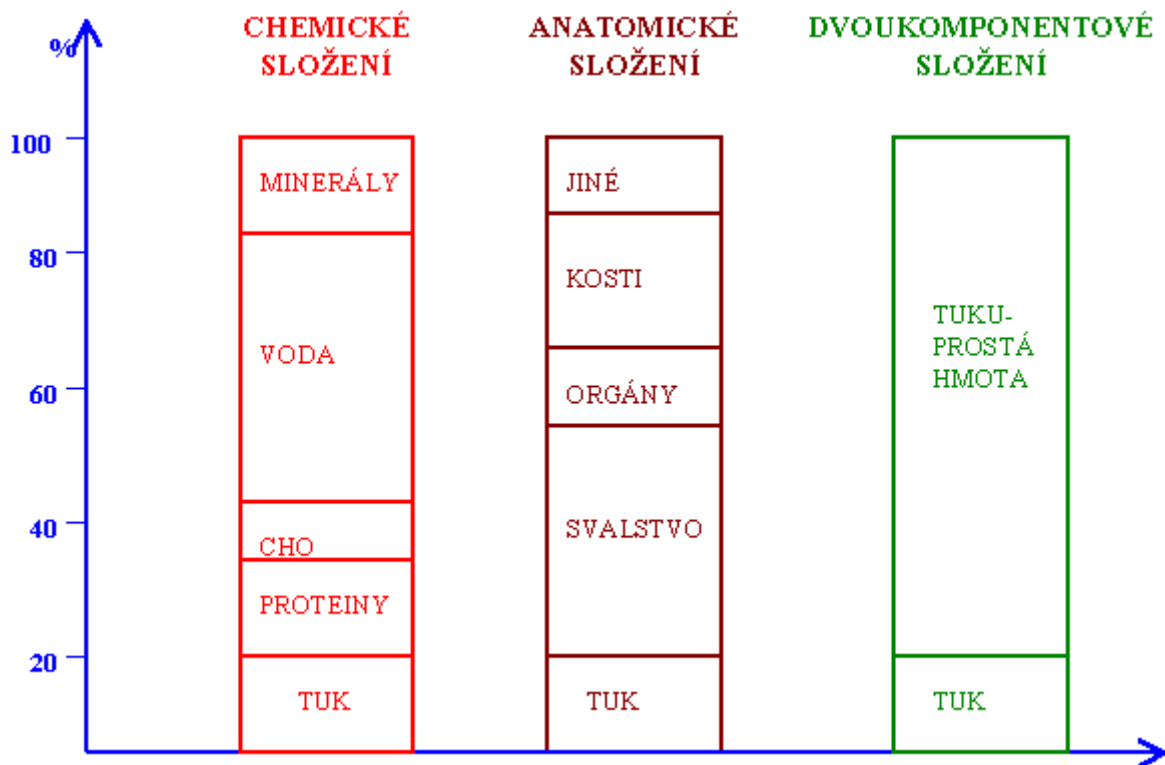
Působením tělesné zátěže na lidský organismus je ze somatometrického hlediska posuzováno hlavně změnami frakcionace tělesné hmotnosti – především úbytku tukové a nárůstu svalové frakce, případně kosterní složky. Frakcionace tělesné hmotnosti rovněž vypovídá o zdravotním stavu a úrovni výživy. Informaci o tělesném složení považujeme za jednu z důležitých komponent zdravotně orientované zdatnosti (Přidalová, 2005).

Tělesným složením se zabýval už Hippokrates. U nás se touto problematikou zabývala například Pařízková (1977), Keys & Brožek (1953), Brožek & Grande (1955) a další.

Dnešní studie tělesného složení se zaměřují na změny podílu jednotlivých tělesných frakcí v různých fázích ontogeneze, hlavně v období růstu a stárnutí, změny v důsledku působení tělesné zátěže a sportovního tréninku, změny tělesného složení u různých metabolických onemocnění, tělesně postižených, nebo lidí s psychickými onemocněními. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti také vypovídá o aktuálním zdravotním stavu a výživě. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito k monitorování efektivity pohybového zatížení, ke sledování vhodně či nevhodně zvolených tělesných cvičení při snaze o úpravu tělesné hmotnosti. Stavba těla, tělesné složení a tělesné rozměry jsou podstatnými faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti. Tělesné složení je ovlivněno geneticky, ale také vnějšími faktory jako jsou pohybová aktivita, výživové faktory a celkový zdravotní stav organismu (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

#### 2.1.1 Modely tělesného složení

Lidské tělo je tvořeno komponentami, které můžeme charakterizovat buď z anatomického, nebo z chemického hlediska. Z anatomického hlediska je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 1. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model. (upraveno podle Wilmora, 1992)

V současné době můžeme složení těla posuzovat z více hledisek. Je udáváno několik modelů tělesného složení, mezi které řadíme model anatomický, molekulární, buněčný, tkáňovo-systémový a celotělový. Tak to uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006).

### Anatomický model

Vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v organismu. 6 prvků (O, C, H, N, Ca, P) tvoří 98% tělesné hmotnosti, zbývající 2% představuje dalších 44 prvků.

### Molekulární model

Více než 100 000 chemických sloučenin je tvořeno 11 hlavními prvky lidského těla. Hlavními sledovanými komponentami jsou: lipidy, voda, proteiny, minerály a glykogen.

### Buněčný model

Je založen na spojení jednotlivých molekulárních komponent v buňky. V této souvislosti vystupuje do popředí pojem:

*extracelulární tekutina (ECT) = plazma + intersticiální tekutina*

(94 % tvoří voda, zbytek a další organické a neorganické komponenty)

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

BM = svalové, pojivové, epiteliální, nervové buňky

ECT = plazma + intersticiální tekutina

ECPL = organické a anorganické látky

Extracelulární a plazmatickou tekutinu lze měřit *izotopovými dilučními metodami, neutronovou aktivační analýzou* (např. K nebo N)

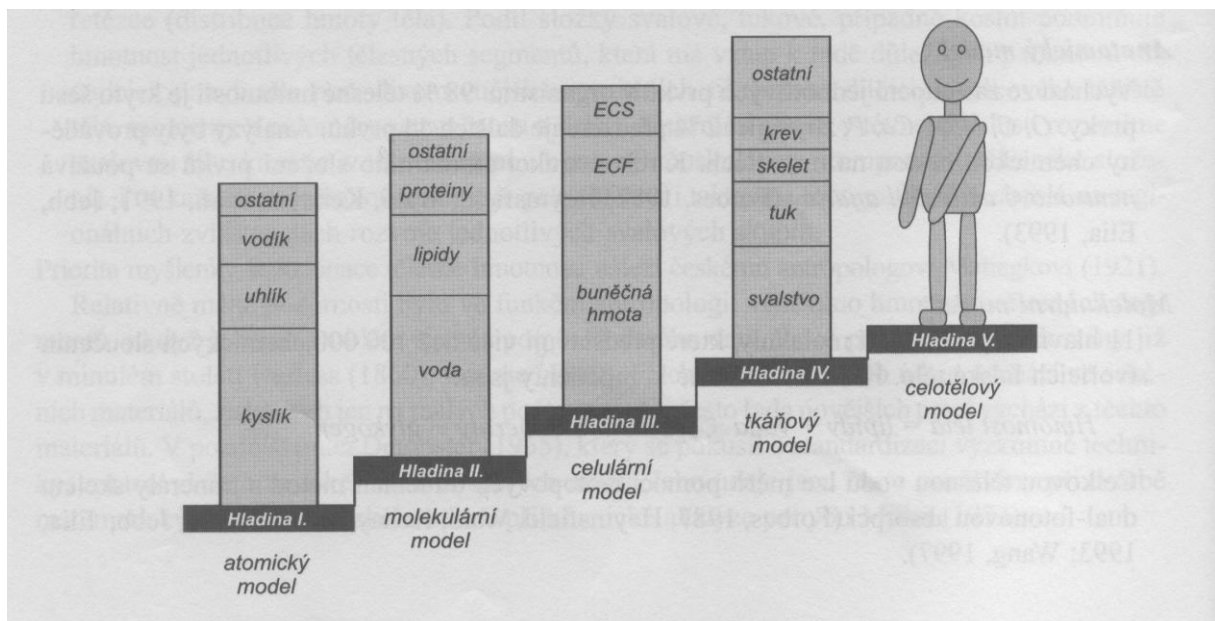
### Tkáňovo-systémový model

Molekuly jsou organizovány do tkání – kostní, svalové a tukové. Z toho nám potom vychází rovnice pro hmotnost těla:

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

### Celotělový model

Je dán antropometrickým měřením. O aktivní tělesné hmotě vypovídá tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťovaná denzita těla.



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno dle Heymsfield, Waki, Kehays et al., 1991) (upraveno dle Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006, s. 26).

#### 2.1.2 Tělesný tuk

Nejvariabilnější komponentou hmotnostního složení těla je tuk, který je zásadním faktorem variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Tuková hmotnostní složka je

snadno ovlivnitelná výživou a pohybovou aktivitou a zároveň je významnou determinantou vzniku řady chorob (Ošancová & Hejda, 1974).

Tělesný tuk je životně důležitý. Obaluje např. klouby, chrání orgány a ukládá vitamíny. Příliš vysoký podíl tuku však skrývá mnohá rizika – především pro srdce a krevní oběh. Co mnozí nevědí: hmotnost a podíl tělesného tuku vypovídá hodně o zdravotním riziku. I hubení lidé mohou mít povážlivý podíl tělesného tuku ze zdravotního hlediska. Člověk, který má „nadváhu“, nemusí být ještě nutně „obézní“. Nadváhu může způsobovat nadprůměrné množství svalů. Na druhé straně může být člověk, který sice nemá nadváhu, „příliš tlustý“, pokud jeho tělo obsahuje příliš mnoho tuku v poměru ke svalům. Když budete měřit svůj tělesný tuk, můžete zjistit, zda jste skutečně „obézní“. Běžné váhy ukazují jen celkovou tělesnou hmotnost, aniž by poskytly informaci o obsahu tuku. Váhy měřící podíl tělesného tuku zjistí s přesností na 0,1% podíl tuku ve Vašem těle ([http://www.kuchynskevahy.com/telesny\\_tuk.php](http://www.kuchynskevahy.com/telesny_tuk.php)).

Pro organismus je rizikové jak vysoké, tak příliš nízké množství podkožního tuku. Nízké zastoupení podkožního tuku s sebou nese zdravotní riziko v podobě různých dysfunkcí, neboť určité množství tuku je nutné pro zachování základních fyziologických funkcí (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Podle Máčka a Máčkové (1997) je tuková tkáň aktivně syntetizovaná tukovými buňkami i v podkoží. Na rozdíl od aktivní tělesné hmoty (orgány a tkáně) je poměrně homogenní. Tuková tkáň je nejen rezervoárem tuku, ale má i funkci mechanické nebo tepelné izolace. Lidé s větší vrstvou podkožního tuku mají menší tepelné ztráty než lidé hubení.

Z anatomického hlediska se jedná o vmezeřené vazivo, v němž převažují tukové buňky (adipocyty). Tukové buňky se diferencují v průběhu intrauterinního života a dále v kojeneckém období. K dělení tukových buněk dochází v dospělosti v tom případě, kdy se tuková buňka zvětšuje akumulací tuku.

Tuková tkáň je zásobárnou energie (1g tuku = 38 KJ), tepelným izolátorem a mechanicky významnou tkání. Strukturální tuk je nepostradatelný, neboť každá buněčná membrána je tvořena fosfolipidy a plní funkci mechanické opory v podobě výplní a vložek. Strukturální tuk se může vlivem hladovění o něco zmenšit, ale nevymizí ani při smrti hladem.

Naproti tomu depotní tuk u zdravé osoby mění svůj objem podle energetické situace organismu a jeho úkolem je udržovat relativně lehkou, ale velkou zásobu energie v podobě bílé tukové tkáně.

Biologicky významnými lipidy jsou mastné kyseliny a jejich deriváty, neutrální tuky (triglyceridy), fosfolipidy a jejich příbuzné sloučeniny a steroly. Triglyceridy jsou složeny ze tří mastných kyselin vázaných na glycerol. Přirozeně se vyskytující mastné kyseliny obsahují sudý počet atomů uhlíku. Mohou být nasycené (bez dvojných vazeb) nebo nenasycené (dehydrogenové, s různým počtem dvojných vazeb). Fosfolipidy jsou složkami buněčných membrán (Ganong, 1995).

Pohlavní dimorfismus výrazně ovlivňuje podíl a distribuci tuku v těle. S rostoucím věkem se zvyšuje tendence ukládání tuku. Rozdílnost v distribuci tuku se projevuje již v období středního dětství, v období adolescence zesiluje a v dospělosti přetrvává. Mužům se tuk přednostně ukládá v místech, která neomezují pohyb (záda, břicho, hrudník). U žen se najde v dospělosti větší koncentrace tuku v oblasti pasu a paží. Důležitou roli v rozložení podkožního tuku hraje též etnická a rasová příslušnost (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Procento tělesného tuku osciluje od 5 % do 12 % u mužů a od 10 % do 20 % u žen. Závisí na sportu i na specifickém postavení ve sportovním odvětví. Rozsah množství podkožního tuku u normální populace je 15-18 % u mužů a 20-25 % u žen. Hodnoty vyšší než 25 % pro muže a 29 % pro ženy jsou považovány za riziko rozvoje chronických onemocnění a jsou považovány za obezitu. Na druhé straně hodnoty pod 4 % pro muže a 10 % tuku pro ženy je považováno za riziko vzrůstu metabolických onemocnění v závislosti na poruchách stravovacích zvyklostí (Havlíčková et al., 2004).



Obrázek 3. Podíl tuku v dospělé populaci. (upraveno dle <http://compex.zdravi-cz.eu/bioimpedance.php>)

### 2.1.3 Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota (FFM) je heterogenní komponentou. Vzájemný poměr jejich složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáně) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo - i endogenních faktorech. Uvádí se, že FFM tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáně a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů.

V lidském těle nacházíme tři typy svalové tkáně: kosterní svaly (příčně pruhované), srdeční sval a hladké svalstvo.

Behnke (1963) zavedl pojem lean body mass (LBM), tedy aktivní tělesná hmota. Původně tento termín označoval tukuprostou hmotu a malé množství esenciálního tuku. Dnes se používá spíše termín tukuprostá hmota neboť nelze přesně oddělit lipidy esenciální a neesenciální.

### 2.1.4 Tělesná voda

Trojan a kolektiv (1992) uvádí celkové zastoupení vody v organismu od narození až po stáří na 45-75 %. Toto rozpětí nám signalizuje, že množství vody se v průběhu života mění v závislosti na věku, hmotnosti, pohlaví a také podle jedince a jeho příjmu a výdeje vody během dne. Celkové množství tělesné vody (TBW) je u dospělého muže asi 60 % a u ženy je tato hodnota nižší, asi 50 %. Naopak u dětí může tato hodnota stoupnout až na 77 %. Voda vytváří prostředí pro biologické děje v organismu, rozpouští krystalické a koloidní

látky. Voda je součástí jak buněk samotných, ale nachází se také v jejich bezprostředním okolí.

Dále dělí Seliger a Vinařický (1980) vodu podle místa funkce na extracelulární a intracelulární:

Extracelulární (ECW) – obsažena v krvi lymfě a tkáňovém moku

Intracelulární (ICW) – je uložena přímo v buňkách

a zastoupení látek minerálních v organismu na ty, které jsou buď rozpuštěné v tělních tekutinách, nebo zastoupeny v nerozpustné formě v kostech a zubech. Rozpustné soli udržují stálou homeostázu organismu a soli nerozpustné dávají tkáním pevnost. Patří sem např. sodík, draslík vápník, hořčík, železo, chlór, jod, fluor, fosfor.

## ***2.2 Metody pro odhad tělesného složení***

### **2.2.1 Antropometrie**

S pojmem tělesného složení se setkáváme poprvé u Matiegky (1921), který se pokusil o kvantifikaci tělesných komponent na základě zevních (antropometrických) rozměrů těla. Navrhl rozdělení hmotnosti těla na 4 složky: hmotnost skeletu (ossa), hmotnost kůže (derma) a hmotnost podkožní tukové tkáně, hmotnost kosterního svalstva (musculi) a hmotnost zbytku (rezidua). Toto dělení nelze zaměňovat s čtyřkomponentovým modelem, odpovídá spíše modelu tříkomponentovému.

Od dob Matiegkových byla vypracována řada dalších postupů pro odhad tělesného složení z antropometrických rozměrů, a to u více než 100 populačních skupin, s použitím kosterních rozměrů, obvodových měr a nejčastěji z tloušťky kožních řas měřených různými typy kaliperů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

### **2.2.2 Biofyzikální a biochemické metody**

#### **Hydrostatické vážení**

V nádrži se váží osoba ponořená ve vodě a tato hmotnost se srovná s hmotností osoby na vzduchu. Tím se určí procentový obsah tělesného tuku výpočtem celkové hustoty těla. Čím méně pak organismus ponořený ve vodě váží, tím víc tělesného tuku obsahuje - tuk plave, protože jeho hustota je nižší než hustota vody (1.0 g/cm<sup>3</sup>). Naopak, hmotnost naměřená ve vodě bude vyšší, je-li procentový obsah svalové tkáně v organismu větší, což způsobí

potápění či klesání těla ve vodě, protože má větší hustotu než voda. Pokud je tato prováděna správně, dává přesné a reprodukovatelné výsledky. Tento test je však částečně subjektivní, protože záleží na schopnosti osoby vytlačit z plic všechny vzduch, jinak kyslík, který zůstane v plicích, zkreslí výsledky. Metoda je také náročná - jednak finančně, jednak časově (měření se provádí několikrát a z výsledků se vypočítá průměr), proto se používá především pro výzkumné účely (<http://www.aerobics.cz/clanky.asp?id=36>).

### **Magnetická rezonance (MR)**

Tato metoda je založena na principu chování atomových jader jako magnetů. Silné magnetické pole, které přístroj vysílá, ovlivňuje pohyb vodíkových iontů. Vzhledem k tomu, že vodík je součástí vody, je všudypřítomný. Je možno využít kontrastní látky. Výsledky této metody jsou velmi slibné, avšak technické problémy a cena příslušných zařízení limituje její využití. Metoda je časově náročná, ale nevyžaduje spolupráci probanda. Lze ji využít pro měření viscerálního tuku (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

### **DEXA (duální energetické rentgenové záření)**

Měří diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků, které prochází organismem, rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, a ty rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006).

### **Denzitometrie**

Je založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla, jehož složky mají odlišnou denzitu. Její princip vychází ze tří základních předpokladů:

1. separátní denzity obou komponent jsou aditivní a jsou relativně konstantní u všech jedinců,
2. úroveň hydratace FFM (tukuprosté hmoty) je relativně konstantní,
3. poměr kostních minerálů ve vztahu ke svalovým proteinům je rovněž konstantní veličinou (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006, s. 35).

### **2.2.3 Bioelektrická impedanční metoda (BIA)**

Již více než jedno století se fyziologové, biologové a lékaři ve výzkumu i v klinické praxi zabývají problematikou elektrických aktivit a vlastností živých tkání a jejich využitím pro účely diagnostiky. Jendou z bioelektrických vlastností živého organismu je jeho impedance. Užitím vhodně umístěných elektrod a precizním měřením impedance lze získat



informace o nervovém systému, respiraci, kontrakci kosterního svalstva, činnosti srdce a stanovení tělesného složení (Bunc, Dlouhá, & Pařízková, 1993).

BIA je metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a v poslední době velmi rozšířenou na celém světě. Lze ji využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými diagnózami (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tato metoda měří kompozici těla malým, bezpečným elektrickým proudem, který prochází tělem. Proud volně prochází tekutinami ve svalových tkáních, ale při průchodu tukovými tkáněmi se setkává s odporem. Tento odpor tukových tkání vůči průchodu proudu se nazývá „**bioelektrická impedance**“ a je přesně měřen přístrojem na měření tělesného tuku. Z naměřené hodnoty impedance, poměru výšky, hmotnosti a dalších korekcí přístroj na měření tělesného tuku vypočítá procento tělesného tuku a další hodnoty (<http://www.inbody.cz/soucasnost.php>).

Podle Kyle, Ursula G., et al. (2004), jsou v lidském těle dva typy odporu; odpor extra a intracelulárních tekutin a odpor vznikající v buněčných membránách. Nízká frekvence, okolo 50 kHz způsobuje nepronikavost elektrického proudu přes buněčnou membránu, což funguje jako izolátor a z toho důvodu proud prochází pouze extracelulární tekutinou. To umožňuje odhad tukuprosté hmoty, celkové tělesné vody, ale naopak nedokážeme určit rozdíl vody intracelulární. Vysoká frekvence, nad 200 kHz, se chovají jako dokonalý kondenzátor, který vyjadřuje hodnoty tukuprosté hmoty, celkové tělesné vody dělicí se na extra a intracelulární části.

Stanovením tělesného složení za použití metody BIA se ve svých studiích zabývali například Lukaski et al. (1985), Malina & Bouchard (1991), Bunc et al. (2001), Roche et al. (1996).

Bioelektrická impedanční analýza je založena na vztahu:

$$V = p L^2 / R$$

kde L je délka vodiče a R je celkový odpor (Lukaski et al., 1985; Chumlea, Schumei, & Guo, 1994).

Bunc et al. (2001) uvádí celkovou tělesnou vodu (TBW) základní proměnnou, měřenou bioimpedanční metodou. Tukuprostá hmota (FFM – dána rozdílem mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku) je určována z této hodnoty na základě následujícího vztahu:

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

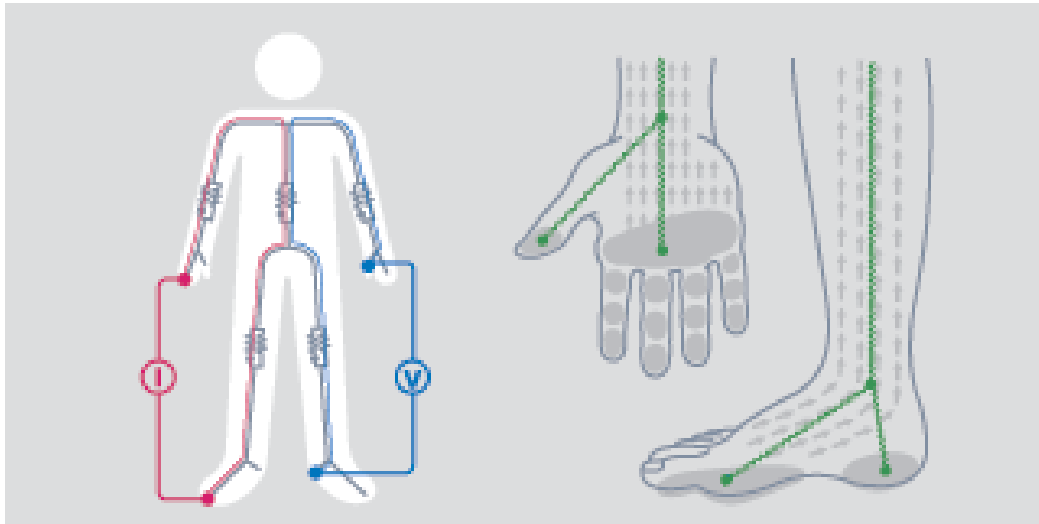
kde 0,732 (73,2 %) představuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty. Zde je nejslabší místo bioimpedančních metod, vedle válcového modelu lidského těla, nepřesností s umístěním elektrod a v předpokladu homogenity těla. Reálně změřená hydratace tukuprosté hmoty se pohybuje v rozmezí 61-82 % (Chumlea et al., 1994, Roche et al., 1996).

Tak jako každá fyzikální měřicí metoda má i bioimpedanční metoda své zdroje chyb. Chyba způsobená obsluhou zařízení je u této metody relativně nízká a je prakticky spojena s umístěním a typem použitých elektrod. Jak uvádí Bunc et al. (2001), na základě jejich měření se tato chyba pohybovala na úrovni 3 % nebo méně z měřené hodnoty. Chyby vlastní metody pak lze obecně rozdělit na chyby spojené se software a hardware (Bunc et al., 2001).

Byť celková chyba je součtem jednotlivých chyb jak software, tak hardware, lze v reálných podmínkách za kontrolovaného stavu hydratace a za požití správných predikačních rovnic počítat s chybou okolo 5-7 % z naměřené hodnoty, což je v pásmu tolerovatelných chyb při měření biologických veličin (Lohman, 1992).

Bioimpedanční metodu pro svou práci využily také Riegerová & Přidalová (1996). Uvádějí, že ačkoliv řada autorů považuje měření pomocí kaliperu za přesnější než jiné metody, jejich výsledky naměřené bioimpedanční metodou pomocí přístroje Bodystat 500 plně zapadají mezi výsledky získané kaliperováním.

Tento nový, revoluční způsob měření BIA, který je rychlejší a snadnější na ovládání si patentovala společnost Tanita. Byla vůbec první společností na světě, která přišla na trh s přístrojem, který na monitoru ukazuje množství tělesného tuku. Tento přístroj vypadal jako běžná koupelnová váha s monitorem. Osoba pouze zadala svůj věk, výšku a pohlaví. Elektrody umístěné na podložce vysílaly přes plosky nohy nízký, bezpečný signál, který projde celým tělem. Hmotnost je vypočítána automaticky spolu s množstvím tuku. Celý proces netrvá ani minutu (podle <http://www.tanita.com/en/howbiaworks/>).



Obrázek 4. Znáornění průchodu el. proudu tělem (upraveno dle <http://www.herbalifesamek.cz/inbody-analyza-svalu-tuku-a-tela/>)

### 3 CÍL

Cílem této práce bylo stanovení tělesného složení dle dvou přístrojů a následné porovnání výsledků stanovených na základě bioelektrické impedance u studentů a studentek FTK UP v Olomouci 1. a 3. ročníku.

- Analýza frakcionace tělesné hmotnosti prostřednictvím přístroje InBody 720.
- Analýza tělesného složení pomocí přístroje Tanita NC-BC 418.
- Porovnání vybraných somatických znaků mezi přístroji
- Porovnání změn v vybraných somatických znaků v letech 2007 a 2009

## **4 METODIKA**

### ***4.1 Soubor***

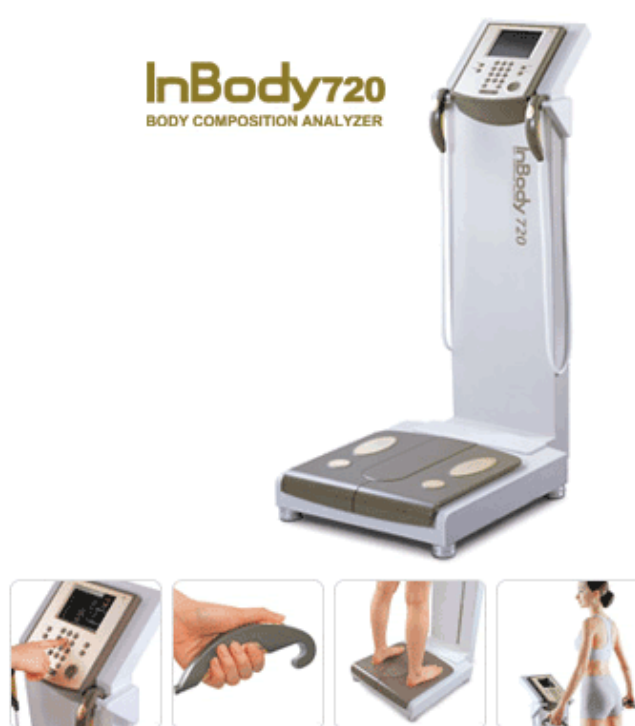
Měřili jsme tělesné složení u studentů FTK UP v Olomouci v letech 2007 a 2009, to znamená v prvním a ve třetím ročníku studia. V prvním ročníku byli studenti měřeni za účelem vstupní diagnostiky tělesného složení. Studenti byli měřeni za standardních podmínek v laboratoři Katedry Funkční anatomie a fyziologie FTK UP v Olomouci. Následně jsme analyzovali výsledky tělesného složení a porovnávali je u studentů, kteří podstoupili měření v obou těchto letech. Měřený soubor tvořilo 51 probandů. Jejich věk se v roce 2007 pohyboval v rozmezí od 19-23 let, v roce 2009 v rozmezí 21-25 let. Skupinu tvořili převážně muži (n=34) a zahrnuto bylo také 17 (n=17) žen. Ve třetím ročníku proběhlo měření v rámci předmětu kinantropometrie, proto bylo celkově měřených studentů v obou letech tak málo.

### ***4.2 Přístroj InBody 720***

Podle [www.inbody.cz](http://www.inbody.cz) jsou přístroje InBody neocenitelnou pomůckou při zjišťování efektivitu a dodržování redukčního režimu či jen úpravy stravování a zvýšení pohybové aktivity. Zjistíme na něm, zda se člověk pravidelně stravuje, zda mu neubývá svalová hmota a naopak, zda redukuje tuky a poměr svalové hmoty se zvyšuje. Takové údaje nezjistíme pomocí běžných přístrojů. Nemůže tak dojít k mylnému názoru, že člověk, který se snaží jíst dle zásad zdravé výživy a přidá pravidelnou pohybovou aktivitu, nehubne, jelikož nevidí žádnou změnu na hmotnosti či dokonce může přibrat. Většinou jde o nárůst svalové hmoty, která nahradí část tukovou. Pravidelné vyšetření na InBody je velmi motivační, protože vidíme všechny změny, které se v těle odehrávají při změně stravovacích návyků a zvýšení pohybové aktivity (podle <http://www.inbody.cz/metody-vysetren%C3%AD.php>).

InBody je vyzdvihováno světovými medicínskými experty a profesionály díky své schopnosti analyzovat široké spektrum hodnot složení těla a také díky své klinické spolehlivosti. Společnost BIOSPACE soustředila své veškeré úsilí na vytvoření jedinečného přístroje pro analýzu tělesné kompozice, protože přesná diagnóza je základ pro efektivní léčbu. InBody technologie je patentována jako jediná technologie svého druhu ve vyspělých zemích světa včetně USA, Japonska a evropských národů. Použitím metody 8-bodových dotykových elektrod, InBody měří tělo po segmentech pomocí nejpřesnější technologie DSM-BIA (direct segmental multi-frequency – přímo rozdělující vícefrekvenční) (podle <http://www.inbody.cz/pristroje-inbody.php>).

Přístroj InBody 720 využívá osmibodových dotykových elektrod a 6-ti frekvencí (1, 5, 50, 250, 500, 1000 k Hz). Proud se dostává do těla pomocí kontaktu plosek nohou s deskou obsahující elektrody. Proband svírá dlaněmi držadla. Využití těchto osmi bodů, které jsou pevně stanovené a tudíž místo vstupu i výstupu je vždy zcela totožné zajišťuje velkou přesnost měření. Navíc větší množství dotykových bodů rozděluje tělo na jednotlivé segmenty – horní a dolní končetiny a trup (podle <http://www.biospace.cz/inbody-720-pb4.php>).



Obrázek 5. Přístroj InBody 720 (upraveno dle [http://www.medika.ro/page\\_produce.php?cat=8](http://www.medika.ro/page_produce.php?cat=8))

Před správným provedením testu na přístroji InBody je nutno provést některé kroky. Podle [www.inbody.cz](http://www.inbody.cz) jsou to tyto:

1. Testovaná osoba by nejméně 2 hodiny před měřením neměla jíst.
2. Před měřením je vhodné jít na toaletu.
3. Necvičte těsně před prováděním testu. Namáhavé cvičení, nebo prudké pohyby mohou způsobit dočasné změny ve složení těla.
4. Zůstaňte v klidu stát asi pět minut. Provádění testu okamžitě po ležení na lůžku, nebo po dlouhém sezení může způsobit mírné změny ve výsledcích testu.

5. Neprovádějte test těsně po sprchování, nebo po sauně. Pocení způsobuje dočasné změny ve složení těla měřené osoby.

6. Neprovádějte měření během menstruačního cyklu. U žen dochází během menstruačního cyklu ke zvýšení tělesné vody.

7. Test provádějte při normální pokojové teplotě (20°C – 25°C).

8. Jestliže se provádí opakovaný test, ujistěte se, že provádíte test při shodných podmínkách. Aby byla dodržena přesnost výsledku testu, musí být dodrženy identické podmínky (tj. nošení stejných šatů – nejlépe provádět ve spodním prádle, testování před jídlem, nebo cvičení atd.).

### **Měřené parametry:**

- Vnitrobuněčná voda, mimobuněčná voda, proteiny, kostní/nekostní minerály, tuková hmota, kostní a svalová hmota, svalová hmota, tukuprostá hmota, hmotnost
- Svalová hmota v jednotlivých tělesných částech (kg, %)
- Edém, edém v jednotlivých tělesných částech na základě poměru ECW/TBW
- Impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť.

### **Další získané parametry:**

- BMI, procentuální podíl tělesného tuku, poměr pasu k bokům (WHR)
- Nutriční diagnóza (proteiny, minerály, tuk)
- Tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza
- Cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity

### 4.3 TANITA BC-418MA



Obrázek 6. Tanita (upraveno dle <http://www.tanita.com/en/bc-418/>)

Druhým přístrojem využitým pro měření je Tanita BC-418MA. Stejně jako InBody funguje na základě bioelektrické impedance. Podle [www.tanita.com](http://www.tanita.com) je firma hrdá na to, že přišla s vylepšením výpočtu pro BMR (bazální metabolismus). Nespolehá se již pouze na věk, výšku a váhu, ale bere v potaz také tukuprostou hmotu (FFM) a tím zpřesňuje výpočet BMR. Osmi-bodový systém elektrod, kterými je vybavený tento přístroj nám umožňuje rozdělení těla na 5 segmentů: pravá horní končetina, levá horní končetina, trup, pravá dolní končetina a levá dolní končetina. Přístroj má v sobě také zabudovanou tiskárnu, která je schopná během pár vteřin vytisknout potřebné údaje. Tanita je nenáročná na obsluhu a díky jejím vlastnostem se hodí i do menších místností.

#### **Získané parametry:**

- Celková tělesná voda
- Tuková hmota, procentuální podíl tukové tkáně, tukuprostá hmota
- Body Mass Index, bazální metabolismus (BMR)
- Segmentální analýza, tukové složky a tukuprosté hmoty



- Impedance jednotlivých částí těla

Pro tuto práci jsme využili hlavně ty parametry, které byly společné pro oba přístroje, abychom mohli lépe porovnávat naměřené hodnoty. Výslednými parametry z přístroje Tanita BC-418MA jsou tuková hmota, procentuální podíl tuku, tukuprostá hmota a celková tělesná voda. Cílovými parametry z přístroje InBody 720 se pro nás staly množství intracelulární, extracelulární vody, celkové tělesné vody, tuková hmota, procentuální podíl tělesného tuku a tukuprostá hmota.

## 5 VÝSLEDKY

Použité tabulky jsou zaměřené na námi zvolené parametry při analýze – množství celkové tělesné vody, vody extracelulární a intracelulární v l, tuková hmota v kg, tukuprostá hmota v kg a procentuální zastoupení tukové hmoty. Nezbytně nutné pro výpočet těchto parametrů jsou také údaje o výšce, hmotnosti a věku daného souboru. V grafech je znázorněno porovnání mezi přístroji v daných letech měření. Průměrné hodnoty byly o něco vyšší než hodnoty naměřeného mediánu. Je to dáno tím, že medián přihlíží navíc k maximálním a minimálním naměřeným hodnotám. Zpracované výsledky se netýkají celého souboru jako celku, v jednotlivých tabulkách srovnáváme muže a ženy zvlášť.

**Tabulka 1. Somatická charakteristika studentů a studentek v letech 2007 a 2009**

	studenti		studentky	
	2007	2009	2007	2009
<i>Věk</i>	19,7	21,7	19,4	21,4
<i>Výška (cm)</i>	179,7	178,8	168,3	167,6
<i>Hmotnost (kg)</i>	74,4	76,6	61,3	62,6

V tabulce 1 vidíme somatickou charakteristiku studentů a studentek. Průměrný věk studentů při vstupní analýze byl 19,7 let a u studentek 19,4 let. Průměrná výška u studentů v roce 2007 byla 179,7 cm a o dva roky později byla 178,8 cm, tedy o 0,9 cm nižší. Tento rozdíl lze považovat za chybu měření. Průměrná výška studentek v roce 2007 byla 168,3 cm a v roce 2009 167,6, tedy o 0,7 cm nižší. V roce 2007 byla průměrná hmotnost studentů 74,4 kg, v roce 2009 vzrostla na 76,6 kg. U studentek se hmotnost změnila z původních 61,3 kg na 62,6 kg.

## 5.1 Srovnání naměřených parametrů u mužů

Tabulka 2. Parametry získané přístrojem Tanita BC-418MA, muži 2007

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	8,8	8,9	1,8	14,5	3,1
<b><i>% BF</i></b>	11,7	12,2	2,7	17,6	3,8
<b><i>FFM</i></b>	65,6	64,9	52,8	80,6	6,5
<b><i>% FFM</i></b>	88,2	88,0	84,2	92,5	3,4
<b><i>TBW</i></b>	48,0	47,6	38,7	59,0	4,7
<b><i>% TBW</i></b>	64,6	64,5	61,7	67,7	2,5

Vysvětlivky: *M* - aritmetický průměr      *% BF* - procentuální vyjádření tukové hmoty  
*Mdn* - medián      *FFM* - tukuprostá hmota (kg)  
*SD* - směrodatná odchylka      *TBW* - celková tělesná voda (l)  
*BFM* - tuková hmota (kg)

Podle přístroje Tanita byla průměrná hmotnost tukové hmoty (BFM) 8,8 kg, což je 11,7 % hmotnosti. Množství tukuprosté hmoty (FFM) odpovídalo 65,6 kg (88,2 %) a množství celkové tělesné vody (TBW) 48 l (64,6 %).

Tabulka 3. Parametry naměřené přístrojem InBody 720, muži 2007

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	7,5	8,0	2,3	12,9	2,4
<b><i>% BF</i></b>	10,1	10,2	3,7	16,7	3,1
<b><i>FFM</i></b>	66,9	67,2	53,6	78,3	6,6
<b><i>% FFM</i></b>	89,9	90,6	86,1	90,9	2,2
<b><i>TBW</i></b>	49,0	49,2	39,2	57,5	4,8
<b><i>% TBW</i></b>	65,8	66,3	63,0	66,7	1,7
<b><i>ICW</i></b>	30,9	30,9	24,7	36,2	3,1
<b><i>% ICW</i></b>	41,6	41,6	39,7	42,0	1,0
<b><i>ECW</i></b>	18,1	18,0	14,5	21,3	1,8
<b><i>% ECW</i></b>	24,3	24,3	23,3	24,7	0,6

Vysvětlivky: *M* - aritmetický průměr      *FFM* - tukuprostá hmota (kg)  
*Mdn* - medián      *TBW* - celková tělesná voda (l)  
*SD* - směrodatná odchylka      *ICW* - intracelulární voda (l)  
*BFM* - tuková hmota (kg)      *ECW* - extracelulární voda (l)  
*% BF* - procentuální vyjádření tukové hmoty

V tabulce 3 jsou výsledné hodnoty naměřené přístrojem InBody v roce 2007. InBody 720 nám navíc udává hodnoty extracelulární a intracelulární vody. Přístroj InBody naměřil o něco nižší průměrné hodnoty tělesného tuku, a to 7,5 kg, což odpovídá 10,1 % hmotnosti.

Hodnota FFM je naopak o něco vyšší, konkrétně 66,9 kg (89,9 %). Množství TBW je 49 l (65,8 %), z toho intracelulární (ICW) je 30,9 l (41,6 %) a extracelulární (ECW) zbylých 18,1 l (24,3 %). ICW a ECW jsou tedy zastoupeny v poměru 2:1.

**Tabulka 4. Parametry získané přístrojem Tanita BC-418MA, muži 2009**

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	9,2	9,1	1,8	18,4	4,1
<b><i>% BF</i></b>	11,8	11,9	2,7	21,4	4,7
<b><i>FFM</i></b>	67,5	67,2	52,8	79,9	6,1
<b><i>% FFM</i></b>	88,0	88,0	84,9	90,6	2,3
<b><i>TBW</i></b>	49,4	49,2	38,7	58,5	4,5
<b><i>% TBW</i></b>	64,5	64,4	62,2	66,3	1,7

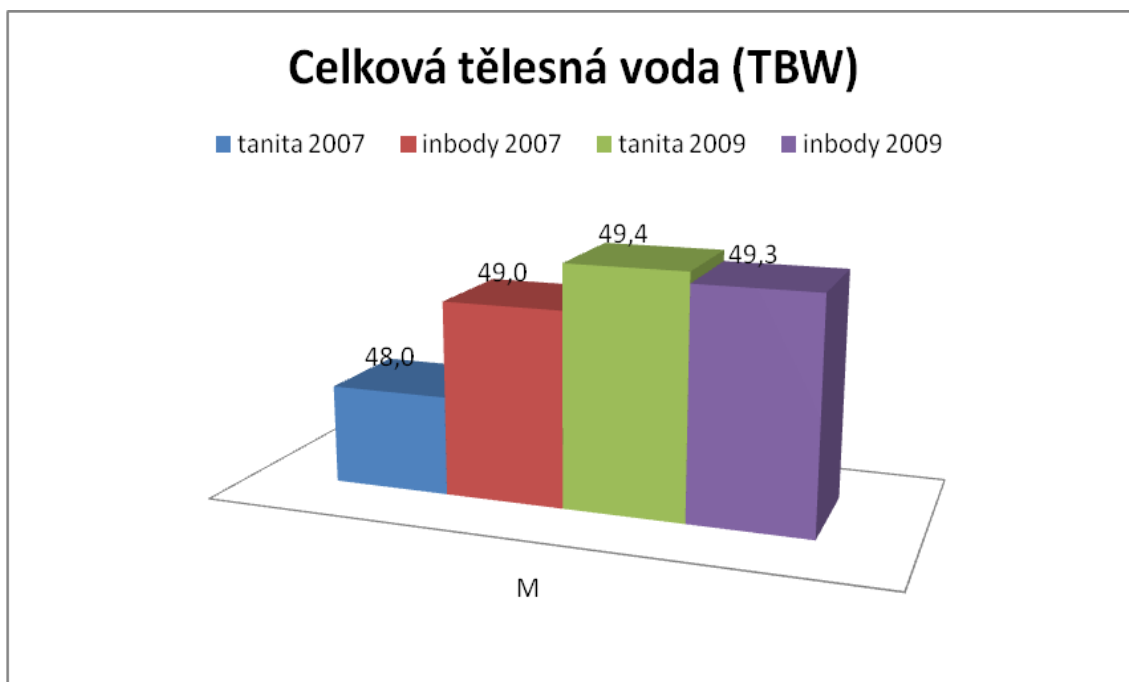
Průměrná hodnota tělesného tuku u studentů třetího ročníku podle Tanity byla 9,2 kg, což odpovídá 11,8 % z celkové hmotnosti. Množství FFM odpovídalo 67,5 kg, což je 88 % hmotnosti a TBW 49,4 l (64,5 %).

**Tabulka 5. Parametry naměřené přístrojem InBody 720, muži 2009**

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	9,3	9,2	2,7	20,8	3,8
<b><i>% BF</i></b>	12,0	11,9	3,7	25,3	4,5
<b><i>FFM</i></b>	67,3	67,0	52,4	79,8	6,9
<b><i>% FFM</i></b>	87,9	88,0	84,6	89,9	2,2
<b><i>TBW</i></b>	49,3	49,1	38,3	58,3	5,0
<b><i>% TBW</i></b>	64,4	64,5	61,8	65,7	1,6
<b><i>ICW</i></b>	31,2	31,0	24,3	37,3	3,2
<b><i>% ICW</i></b>	40,7	40,8	39,2	42,0	1,1
<b><i>ECW</i></b>	18,2	18,2	14,0	21,5	1,8
<b><i>% ECW</i></b>	23,7	23,9	22,6	24,2	0,7

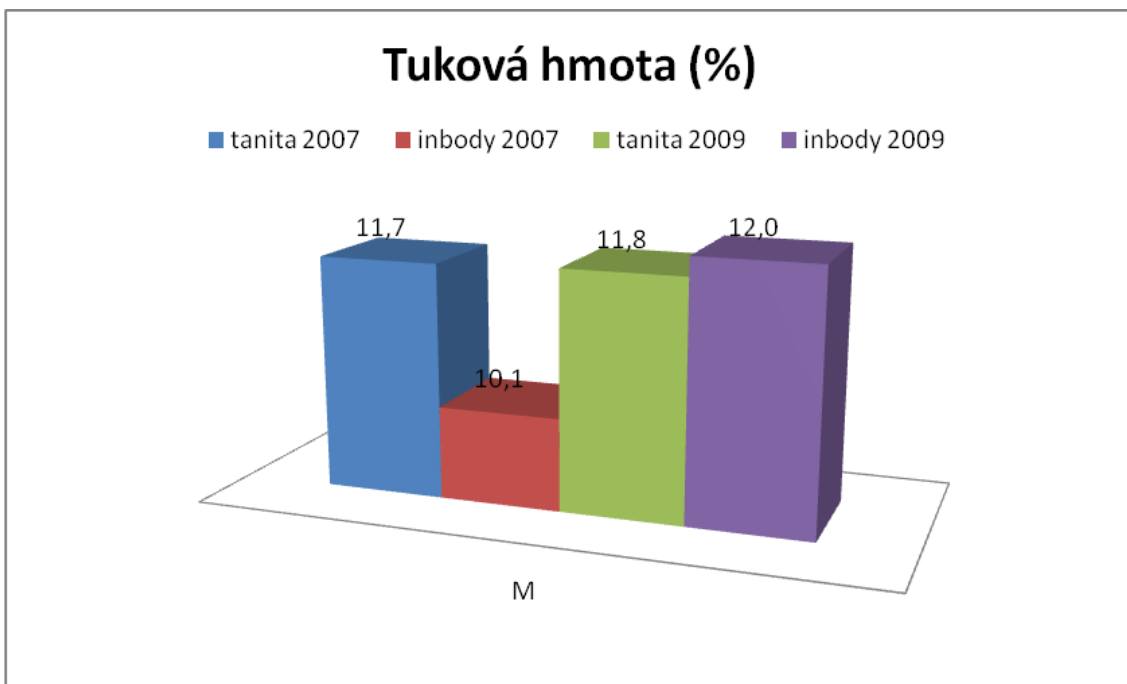
Podle přístroje InBody byly průměrné hodnoty BFM 9,3 kg, tozn. 12 % z celkové hmotnosti. Hodnota 67,3 kg FFM odpovídá 87,9 %. Množství ICW 31,2 l (40,7 %) a ECW 18,2 l (23,7 %) nám dává dohromady 49,3 l, což je 64,4 %.

## Srovnání vybraných parametrů podle přístrojů naměřených u studentů v letech 2007 a 2009



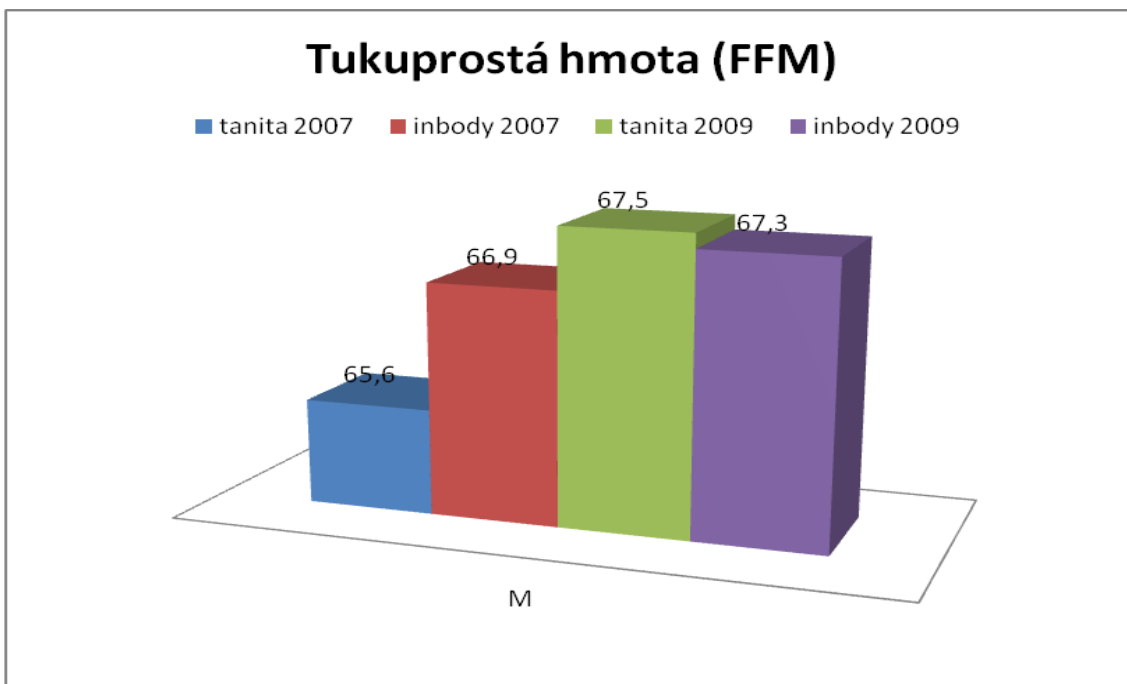
Obrázek 7. Průměrné hodnoty celkové tělesné vody (TBW, l) u studentů v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720

Na obrázku 7 máme možnost vidět množství TBW (total body water), které je určeno z množství vody intra a extracelulární. Množství intra a extracelulární vody nám poskytuje pouze přístroj InBody 720. U dospělého muže by měla voda tvořit okolo 63 % celkové tělesné hmotnosti. Z grafu lze vyčíst, že hodnoty celkové tělesné vody se prakticky neliší. V roce 2007 byl průměr 48 l podle Tanity a podle InBody 49,0 l, což odpovídá 64,6 % (Tanita) respektive 65,8 % (InBody) celkové tělesné hmotnosti. O dva roky později byly naměřeny průměrné hodnoty 49,4 l podle Tanity a 49,3 l podle InBody, což při průměrné hmotnosti 76,6 kg vyvolalo prakticky nepatrnou změnu na 64,5 % podle Tanity resp. na 64,4 % podle InBody. Množství celkové tělesné vody tedy svou průměrnou hodnotou patří do obecného průměru a mezi měřeními si zachovává standardní hodnoty, bez výrazných změn.



Obrázek 8. Průměrné hodnoty tukové hmoty (%) u studentů v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720

Na obrázku 8 jsem zaznamenal procentuální vyjádření tukové hmoty u mužů. Z grafu je patrné, že naměřené hodnoty se od sebe liší jen minimálně, ať už co se týče přístroje, nebo roku měření. V roce 2007 byla průměrná hodnota tělesného tuku 11,7 % podle Tanity respektive 10,1 % podle InBody. Tento rozdíl, i když minimální, se jeví z pohledu srovnání jako nejvyšší. V roce 2009 to byly hodnoty 11,8 % (Tanita) a 12 % (InBody), takže došlo pouze k nepatrnému navýšení tukové hmoty. Avšak vezmeme-li v potaz doporučené referenční hodnoty % FM (fat mass) pro muže do 30-ti let (dle Bodycomposition, [www.sport-fitness-advisor.com](http://www.sport-fitness-advisor.com)), které jsou v rozmezí 9-15%, zjistíme, že průměrné hodnoty souboru studentů-mužů se pohybují na dolní hranici referenčních hodnot. Tyto výsledky vypovídají pravděpodobně o vyšší realizované pohybové aktivitě u studentů. Toto je v kontextu již zjištěných argumentů u Přidalové (2005).



*Obrázek 9. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (FFM) u studentů v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720*

Obrázek 9 zobrazuje hodnoty tukuprosté hmoty, která je dána součtem celkové vody v organismu a sušiny, jejichž součástí jsou proteiny. Drobné rozdíly lze spatřit v roce 2007 mezi přístroji. Průměrné hodnoty v roce 2007 byly 65,6 kg podle Tanity a podle InBody 66,9 kg a v roce 2009 byly 67,5 kg a 67,3 kg. V průběhu dvou let tedy nedošlo k výrazným změnám v množství tukuprosté hmoty.

## 5.2 Srovnání naměřených parametrů u žen

Tabulka 6. Parametry získané přístrojem Tanita BC-418MA, ženy 2007

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<i>BFM</i>	14,5	15,2	3,8	23,9	5,3
<i>% BF</i>	22,8	24,1	9,0	32,2	5,9
<i>FFM</i>	46,9	46,7	38,9	52,7	3,6
<i>% FFM</i>	76,4	77,7	91,1	69,7	9,0
<i>TBW</i>	34,3	34,2	28,5	38,6	2,7
<i>% TBW</i>	56,0	56,9	66,7	51,1	6,6

V tabulce 6 jsou výsledky studentek v roce 2007 naměřené přístrojem Tanita. Množství tělesného tuku 14,5 kg odpovídá 22,8 % z celkové hmotnosti. Průměrná hodnota FFM byla 46,9 kg (76,4 %). Množství TBW dosáhlo v 1. roce měření 34,3 l, což odpovídalo 56 %.

Tabulka 7. Parametry naměřené přístrojem InBody 720, ženy 2007

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<i>BFM</i>	11,7	12,3	4,7	18,8	4,0
<i>% BF</i>	18,7	19,6	8,5	24,8	4,4
<i>FFM</i>	49,6	50,2	36,7	57,2	5,1
<i>% FFM</i>	80,9	80,8	85,7	75,4	4,2
<i>TBW</i>	36,3	36,7	27,0	41,7	3,7
<i>% TBW</i>	59,2	59,1	63,0	55,0	3,3
<i>ICW</i>	22,7	22,9	16,9	26,2	2,4
<i>% ICW</i>	37,0	36,8	39,5	34,6	2,0
<i>ECW</i>	13,6	13,8	10,1	15,6	1,4
<i>% ECW</i>	22,2	22,2	23,6	20,6	1,2

Tabulka 7 nám ukazuje výsledky naměřené v roce 2007 přístrojem InBody. Průměrná hodnota BFM byla 11,7 kg (18,7 %). Průměr tukuprosté hmoty dosáhl 49,6 kg (80,9 %) a hodnota TBW byla 36,3 l (59,2 %), z toho bylo ICW 22,7 l, tato hodnota odpovídala 37 % celkové tělesné hmotnosti a ECW 13,6 l (22,2 %).



**Tabulka 8. Parametry získané přístrojem Tanita BC-418MA, ženy 2009**

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	16,0	15,1	6,5	27,2	5,3
<b><i>% BF</i></b>	24,8	24,8	14,5	33,7	5,0
<b><i>FFM</i></b>	46,7	47,9	38,0	53,5	4,0
<b><i>% FFM</i></b>	74,5	76,0	85,6	66,3	7,9
<b><i>TBW</i></b>	34,2	35,1	27,8	39,2	2,9
<b><i>% TBW</i></b>	54,6	55,6	62,6	48,6	5,8

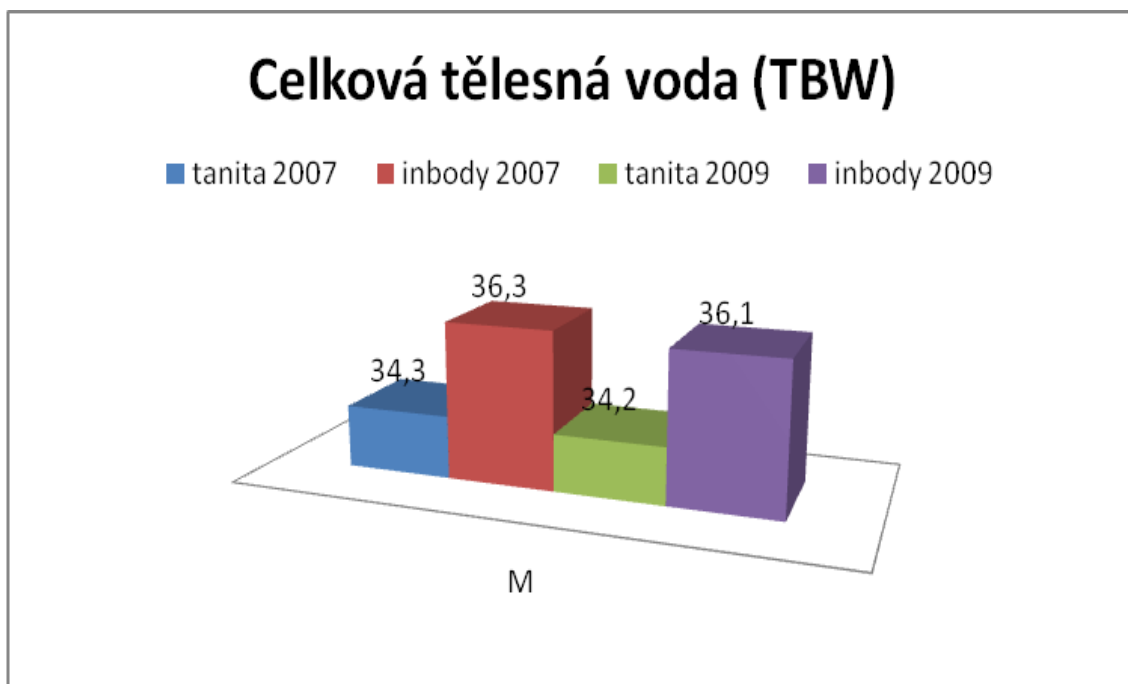
V tabulce 8 vidíme podle Tanity průměrné množství BFM 16 kg (24, 8 %). Množství FFM 46,7 kg představovalo 74,5 % tělesné hmotnosti a TBW odpovídalo 34,2 l, to znamená 54,6 % hmotnosti.

**Tabulka 9. Parametry naměřené přístrojem InBody 720, ženy 2009**

	<i>M</i>	<i>Mdn</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>SD</i>
<b><i>BFM</i></b>	13,2	12,7	6,7	24,3	4,6
<b><i>% BF</i></b>	20,7	20,0	11,2	30,2	4,5
<b><i>FFM</i></b>	49,4	50,7	36,2	56,6	5,2
<b><i>% FFM</i></b>	78,9	81,0	82,0	70,4	5,3
<b><i>TBW</i></b>	36,1	37,1	26,5	41,3	3,7
<b><i>% TBW</i></b>	57,7	59,3	60,0	51,3	4,0
<b><i>ICW</i></b>	22,6	23,2	16,7	25,9	2,3
<b><i>% ICW</i></b>	36,0	37,0	37,8	32,2	2,5
<b><i>ECW</i></b>	13,6	14,0	9,8	15,7	1,4
<b><i>% ECW</i></b>	21,7	22,3	22,2	19,5	1,3

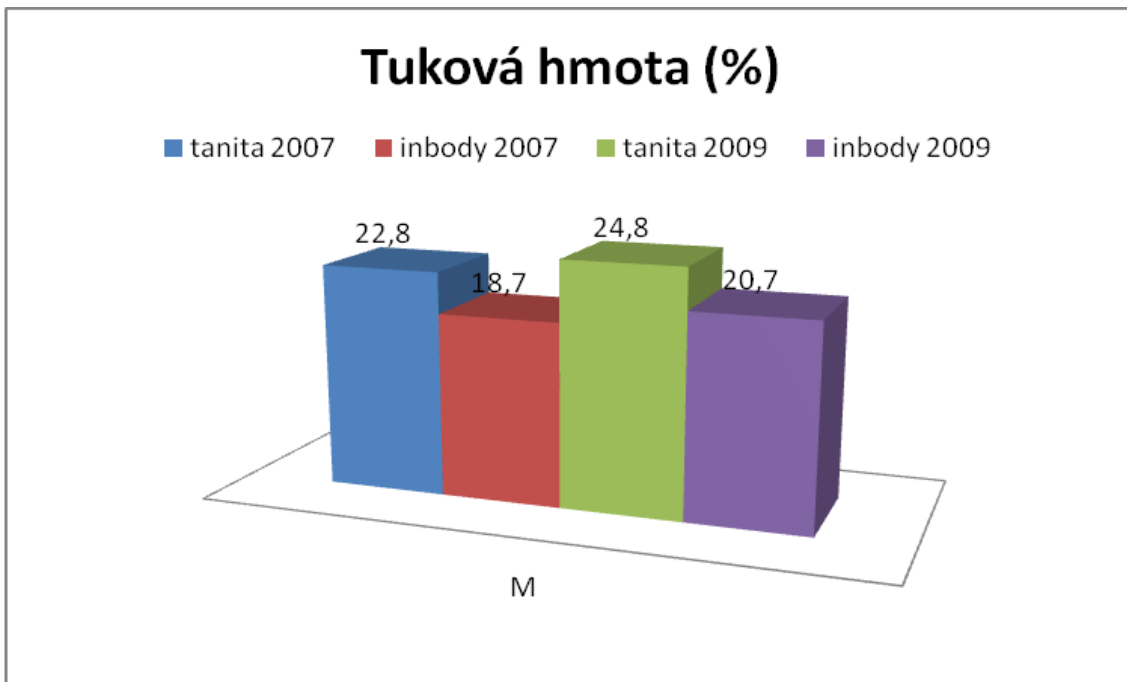
Tabulka 9 ukazuje hodnoty z roku 2009, kdy průměrné množství BFM podle InBody u studentek bylo 13,2 kg, to znamená 20,7 %. Průměrné množství FFM bylo 49,4 kg a představovalo tak 78,9 % hmotnosti. Množství TBW u studentek v roce 2009 bylo 36,1 l (57,7 %) z čehož ICW tvořilo 22,6 l a ECW zbylých 13,6 l.

## Srovnání vybraných parametrů podle přístrojů naměřených u studentek v letech 2007 a 2009



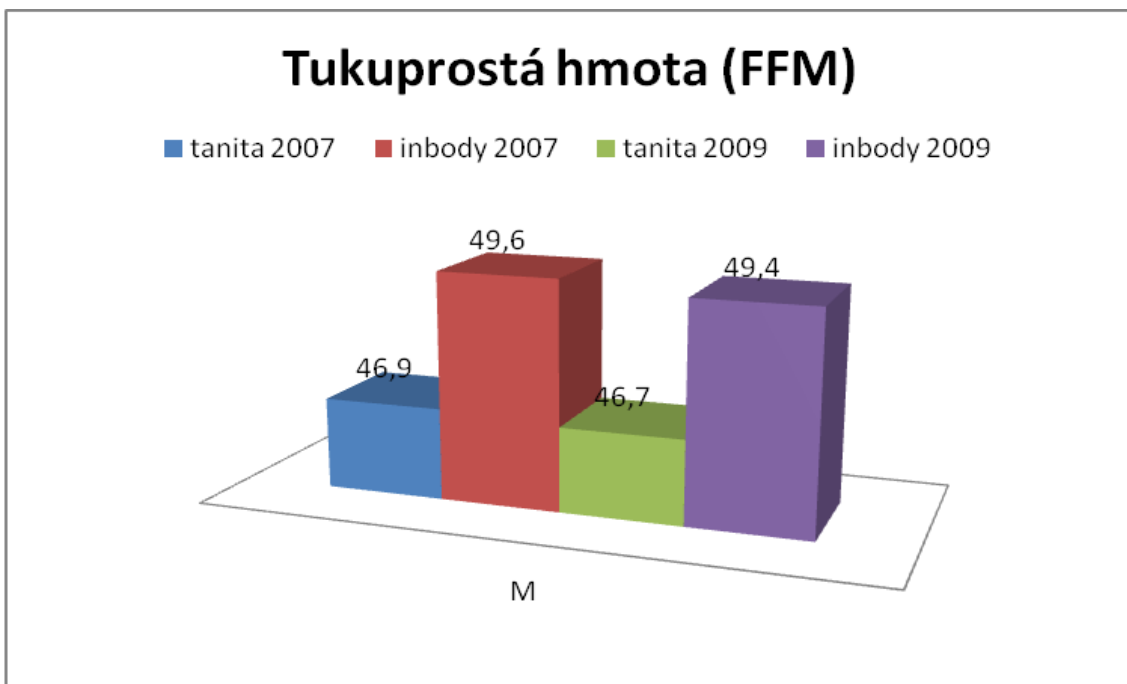
Obrázek 10. Průměrné hodnoty celkové tělesné vody (TBW) u studentek v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720

Referenční hodnota pro množství celkové vody v těle ženy je okolo 53 % z důvodu většího zastoupení tukové hmoty. Soubor měřených studentek má průměrně podle přístroje Tanita 34,2 (2007) – 34,3 l (2009). Tyto hodnoty odpovídají 56 % a 54,6 % vzhledem průměrným hmotnostem. Přístroj InBody nám udává hodnoty o něco vyšší, a sice 36,3 l v roce 2007 a 36,1 l v roce 2009. V poměru k průměrným hmotnostem nám vychází 59,2 % v roce 2007 a 57,7 % v roce 2009. Na základě těchto výsledků můžeme říct, že podíl celkové tělesné vody na hmotnosti celého těla odpovídá referenčním standardům.



Obrázek 11. Průměrné hodnoty tukové hmoty (%) u studentek v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720

Na obrázku 11 je znázorněno procentuální zastoupení tukové hmoty. Na rozdíl od obrázku 8, který znázorňuje rozdíly u mužů, jsou vidět rozdíly mezi naměřenými daty přístrojem Tanita a InBody. V obou letech se jedná o 4 % v průměrných hodnotách. Lze konstatovat, že přístroj Tanita udává větší množství tukové hmoty v průměru asi 2 %, což odpovídá chybě měření. Podle Heywarda, Wagnera (2004) jsou referenčními hodnotami pro tukové zastoupení u žen v rozmezí 20-28 %. Do tohoto rozmezí spadá většina studentek. Od roku 2007 se průměrné hodnoty zvýšily o 2 %, což stále odpovídá podprůměru až průměru.



*Obrázek 12. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (FFM) u studentek v letech 2007 a 2009 podle přístrojů Tanita BC418-MA a InBody 720*

Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty se v průběhu dvou let prakticky nezměnily, z toho vyplývá, že nedošlo ani k úbytku, ani k nárůstu tukuprosté hmoty. Tady jsou opět vidět rozdíly naměřených hodnot mezi přístroji.

## 6 ZÁVĚRY

U mužského souboru byla průměrná hodnota tukové hmoty v roce 2007 podle přístroje Tanita 8,8 kg a podle InBody 7,5 kg, to odpovídalo 11,7 % a 10,1 % z celkové hmotnosti. V roce 2009 došlo k malému nárůstu tukové hmoty na 9,2 kg a 9,3 kg. Vzhledem k nárůstu celkové hmotnosti se to ale výrazně neprojevilo na procentuálním vyjádření, které nyní dělalo 11,8 % podle Tanity a 12 % podle InBody.

U studentek byly hodnoty tukové hodnoty vyšší, ale to je dáno intersexuálními rozdíly. V roce 2007 bylo průměrné tukové zastoupení podle Tanity 22,8 % a podle InBody 18,7 %. O dva roky později došlo k nárůstu tukové hmoty o 2 %. Z těchto hodnot můžeme pozorovat rozdílné výsledky mezi jednotlivými přístroji až o 4 %, avšak nárůst byl na obou přístrojích stejný.

Při srovnání naměřených výsledků tukuprosté hmoty u studentů jsme zjistili, že průměrné hodnoty mezi jednotlivými přístroji vykazovaly rozdíl od 65,6 kg do 67,49 kg podle Tanity a od 66,9 kg do 67,3 kg podle InBody.

U studentek byly rozdíly mezi průměrnými hodnotami o něco vyšší. K nárůstu tukuprosté hmoty však nedošlo. Přístroj Tanita v roce 2007 naměřil 46,9 kg a o dva roky později 46,7 kg. Přístroj InBody nám dal tyto výsledky: 49,6 kg v roce 2007 a 49,4 kg v roce 2009.

Celkové množství tělesné vody u studentů odpovídalo 64,6 % hmotnosti podle Tanity v roce 2007. Podle InBody to bylo 65,8 %. V roce 2009 to byly hodnoty odpovídající 64,5 % podle Tanity a InBody udávalo 64,4 %. Referenční hodnota u mužů se pohybuje okolo 63 %. Referenční hodnota po ženy se pohybuje okolo 53 %.

U souboru studentek tvořila celková tělesná voda v roce 2007 podle Tanity 55,8 % celkové hmoty a v roce 2009 tato hodnota poklesla na 54,7 %. Naměřené hodnoty podle InBody se se mírně liší, když v roce 2007 odpovídala celková tělesná voda hodnotě 59,2 % tělesné hmoty a v roce 2009 to bylo 57,6 %. U obou přístrojů jsme tedy mohli vypořadovat. Z toho nám vyplývá, že podíl celkové tělesné hmoty na hmotnosti celého těla je ve všeobecně v průměru.

Domnívám se, že všechny stanovené cíle této práce se podařilo splnit.

## 7 SOUHRN

Cílem této bakalářské práce bylo porovnání analýzy vybraných parametrů tělesného složení u studentů a studentek 1. a 3. ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci na základě měření bioelektrickou impedanční metodou za pomoci špičkových přístrojů Tanita BC-418MA a InBody 720. Měření proběhla v letech 2007 a 2009 v laboratoři Katedry funkční anatomie a fyziologie na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

V syntéze jsou definovány základní pojmy vztahující se k danému tématu. Dále jsem shrnul modely tělesného složení a popsal obšírněji jednotlivé složky tělesného složení. Nedílnou a velmi důležitou součástí této kapitoly je popis bioelektrické impedanční metody, která byla použita pro měření našeho souboru.

V metodické části jsou podrobněji popsány využití přístroje Tanita NC-418BMA 418 a InBody 720.

Průměrný věk studentů v roce 2007 byl 19,7 let a v roce 2009 činil 21,7 let. Průměrný věk u měřených studentek v obou letech byl 19,4 roku a 21,4 roku. Soubor studentů a studentek, kteří byli měřeni v roce 2007 i 2009, čítal 51 probandů, z nichž bylo 34 mužů a 17 žen. Vybranými parametry, které jsme sledovali a následně porovnávali, byly celková tuková hmota v kg, tukuprostá hmota a celková tělesná voda. Rozdíly mezi jednotlivými naměřenými parametry přístrojem Tanita a přístrojem InBody byly minimální.

Průměrné hodnoty celkové tukové hmoty u mužů naměřené přístroji Tanita a InBody při 1. měření byly 8,8 kg a 7,5 kg a v roce 2009 9,2 kg a 9,3 kg. Došlo tedy k nepatrnému nárůstu, avšak procentuálním vyjádřením 11,7 % a 10,1 % v roce 2007 i hodnotami 11,8 % a 11,8 % z roku 2009 se řadí ke všeobecnému průměru. U žen byl podíl tukové hmoty na celkové hmotnosti o něco vyšší, konkrétně 22,8 % podle přístroje Tanita v roce 2007 a 18,7 % podle InBody a v roce 2009 došlo k nárůstu o 2 % na 24,8 % a 20,7 %, ale tyto hodnoty jsou žen také v normě. Vyšší podíl tukové hmoty u žen je dán intersexuálními rozdíly.

Porovnávání naměřených výsledků tukuprosté hmoty bylo jednoduché, neboť ani u mužů, ani u žen prakticky nedošlo k žádným velkým rozdílům. Nedošlo tedy k úbytku ani nárůstu tukuprosté hmoty během dvou let.

Posledním porovnávaným parametrem byla celková tělesná voda. V roce 2007 bylo množství celkové tělesné vody u mužů 48 a 49 l a v roce 2009 to bylo 49,4 a 49,3 l, což

odpovídá 66,4 % a 64,6 % v roce 2007 a 64 % respektive 64,4 % v roce 2009. Průměrná hodnota celkové tělesné vody se pohybuje okolo 63 %, takže můžeme konstatovat na základě těchto výsledků, že muži spadají do této kategorie. U žen by se měla průměrná hodnota celkové tělesné vody pohybovat okolo 53 %. V našem souboru žen byly tyto hodnoty o pár procentních bodů vyšší. V roce 2007 to bylo 55,8 % a 54,7 % a o dva roky později 59,2 % a 57,6 %.

Studenty a studentky FTK UP v Olomouci lze charakterizovat jako populaci s nižším zastoupením tukové složky.

Celkově tedy můžeme říci, že nedošlo k výrazným změnám v době mezi měřeními a že soubor studentů i studentek je v dobré tělesné kondici. To přisuzuji pravidelné pohybové aktivitě a také vzdělání ve směru zdravého životního stylu a správné výživy. Přál bych si, aby tito lidé pozitivně působili na své budoucí žáky, rodinu a okolí, aby se postupně ta problémová čísla o nadváze snižovala, byť je to celosvětově běh na dlouhou trať.

## 8 SUMMARY

The aim of this work was to compare the analysis of male and female students' body composition in the first and third year of study at Faculty of Physical Culture, Palacký University in Olomouc, on the basis of bioelectrical impedance method using first-rate devices Tanita BC-418MA and InBody 720. Measurements took place in 2007 and 2009 at the Faculty of Physical Culture, Palacký University Olomouc.

The synthesis of knowledge gives the basic definitions related to the topic. Next, I summarized the patterns of body composition, and described in details the various components of body composition. The description of the bioelectric impedance method is important part of this chapter, because it is the method we used to measure our group.

The objectives of this work are set out in the research part of this work. The aim was to compare the analysis of body weight fractionation using devices Tanita BC-418MA and InBody 720. We were interested in analysis of body fat, fat-free mass and quantity of total body water.

The methodology section describes in detail the device used Tanita BC-418MA and InBody 720.

The average age of students in 2007 was 19.7 years and in 2009 it was 21.7 years. The average age of female students measured in both years was 19.4 years and 21.4 years. There were 51 students measured in both years. 34 of them were men and 17 women. The selected parameters which were studied and then compared involved: the total fat mass in kg, non-fat mass and total body water. There were only minimal differences between measured parameters from Tanita and InBody.

Average men's total fat mass measured by Tanita and InBody devices in 2007 were 8.8 kg and 7.5 kg in 2009 and 9.2 kg and 9.3 kg. Despite of the slight increase the percentage of 11.7 % and 10.1 % in 2007 and the values of 11.8 % and 11.8 % in 2009 belong into general average. The proportion of fat mass to total body mass is higher in women's body, namely 22.8 % by Tanita instrument in 2007 and 18.7 % by InBody. In 2009 the fat mass increased by 2% to 24.8 % and 20.7 % but these values are in the standard for women. The higher proportion of fat mass in women's body is due to intersexual differences.



Comparing the results of fat-free mass was easy, as neither men nor women showed major differences. There wasn't almost any increase or loss in fat free mass over the two years.

The last parameter which was compared was total body water. In 2007, the amount of total body water in men was 48 l and 49 liters and in 2009 it was 49.4 l and 49.3 liters, equivalent to 66.4 % and 64.6 % in 2007 and 64 % respectively 64.4 % in 2009. The average value of total body water is about 63 %, so we can say based on these results that men fall into this category. Women's average value of total body water should be around 53 %. In our group of women, these values were a few percentage points higher. In 2007 it was 55.8 % and 54.7 %, and two years later, 59.2 % and 57.6 %.

Overall we can say that there were only small changes between the time measurements and that these male and female students are in good physical condition.

## 9 REFERENČNÍ SEZNAM

Anonymous (n. d.). Retrieved 12. 6. 2011 from the World Wide Web: <http://www.herbalifesamek.cz/inbody-analyza-svalu-tuku-a-tela/>

Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/metody-vysetren%C3%AD.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/pristroje-inbody.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.inbody.cz/soucasnost.php>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.biospace.cz>

Anonymous (n. d.). Retrieved 17. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.tanita.com/en/bc-418/>

Anonymous (n. d.). Retrieved 20. 4. 2011 from the World Wide Web: [www.sport-fitness-advisor.com](http://www.sport-fitness-advisor.com)

Anonymous (n. d.). Retrieved 21. 4. 2011 from the World Wide Web: <http://www.aerobics.cz/clanky.asp?id=36>

Anonymous (n. d.). Retrieved 27. 3. 2011 from the World Wide Web: <http://www.obezita.cz/obezita/v-cr-a-ve-svete/>

Anonymous (n. d.). Retrieved 3. 4. 2011 from the World Wide Web: [http://www.kuchynskevahy.com/telesny\\_tuk.php](http://www.kuchynskevahy.com/telesny_tuk.php)

Anonymous (n. d.). Retrieved 30. 4. 2011 from the World Wide Web: [http://www.medika.ro/page\\_produse.php?cat=8](http://www.medika.ro/page_produse.php?cat=8)

Anonymous (n. d.). Retrieved 31. 3. 2011 from the World Wide Web: <http://compex.zdravi-cz.eu/bioimpedance.php>

Behnke, A., R. (1963). Anthropometric evaluation of body composition through life: *Ann. N. J. Acad. Sci.* 110, 450-464.

- Brožek, J., & Grande, F. (1955). Body composition and basal metabolism in men: Corelation analysis versus physiological approach. *Hum. Biol.*, 27, 52-58.
- Bunc, V., Cigánek, R., Moravcová, J., & Kalous. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Pohyb a zdraví* (pp. 102-106) Sborník. Olomouc: Nová Gratia.
- Bunc, V., Dlouhá, R., & Pařízková J. (1993). Rovnice pro stanovení složení těla bioimpedanční metodou u tělesně aktivních jedinců. *Sborník referátů z 19. kongresu českých a slovenských antropologů* (pp. 97-99). Praha: Karolinum.
- Ganong, W. F. (1995). *Přehled lékařské fyziologie*. Jinočany.
- Havlíčková, L. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum.
- Heyward, V. H, Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics, s. 87-98.
- Chumlea, C., Schumei, S., & Guo, S. (1994). Bioelektrical impedance and Body composition: Present Status and Future Directions. *Nutrition Reviews*, 52, 123-129.
- Chytráčková, J. (2001). Metody vyšetření tukové komponenty tělesného složení ve sportovní praxi. In P. Tilinger, A. Rychtecký & T. Perič (Eds.) *Sport v České republice na začátku nového tisíciletí (Vol. 2, pp. 125-127.)* Praha: Univerzita Karlova.
- Keys, A., Brožek, J. (1953). Body fat in adult man. *Physiol. Rev.*, vol. 33, s, 245.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment. (Monograph 3)* Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lukasski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., Lyken, G. I. (1995). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 41, s. 810-817.
- Máček, M., & Máčková, J. (1997). *Fyziologie tělesných cvičení [Učební texty]*. Brno: Masarykova univerzita.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth maturation and Physical activity*. Champaign: Human Kinetics.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *Amer. J. Antropol.*, 5, 223.

- Ošancová, K., & Hejda, S. (1974). *Problém otýlosti u obyvatelstva*. Praha. Avicenum.
- Pařízková, J. (1977). *Body fit and physical fitness*. Hague: Martinus Nijhoff, B. V., Medical Division.
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Přidalová, M., Dostálová, I., Kvaka, Z., & Pechtor, P. (2004). Je populace studentů FTK UP v Olomouci a VVŠ ve Vyškově modelová a selektovaná?. *Česká antropologie*. 54, 163-166.
- Riegerová, J., Přidalová, M. (1996): Evaluation of the body fat in the view of anthropometrical methodologies and Bodystat 500. In: *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis – Gymnica XXVI*, Olomouc, Vydavatelství UP, 31-34.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Roche, A. F., Heymsfield, S. B., Lohman, T. G. (1996). *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Seliger, V., & Vinařický, R. (1992) *Fyziologie člověka I*. Praha: Karolinum.
- Trojan, S., et al. (1992). *Fyziológia I*. Martin: Vydavatelství Osveta.
- Trojan, S., et al. (1996). *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Wilmore, J. H. (1992). *Body composition and body energy stores: Endurance in sport*. Oxford Blackwell Scientific Publ., 224.