

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2011

RADEK ŠIMEK

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Fakulta tělesné kultury

**DETERMINACE TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U STUDENTŮ 1. ROČNÍKU FTK UP
NA ZÁKLADĚ METODY BIOELEKTRICKÉ IMPEDANCE PŘÍSTROJI IN BODY 720**

A TANITA BC-418

Diplomová práce

(bakalářská)

Autor: Radek Šimek, učitelství pro základní školy,
kombinace tělesná výchova-matematika se zaměřením na vzdělávání

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

Olomouc 2011

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Radek Šimek

Název bakalářské práce: Determinace tělesného složení u studentů 1. ročníku FTK UP na základě metody bioelektrické impedance přístroji In Body 720 a Tanita BC-418

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii 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 studentů prvních ročníků Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, metodou bioelektrické impedanční analýzy na základě přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418. Byly sledovány vybrané parametry tělesného složení, které byly naměřeny, analyzovány a vzájemně srovnány. Z výsledků vyplynulo, že tyto studenti disponují zvýšeným množstvím svalové hmoty a nízkým množstvím tukové hmoty. V rámci segmentální analýzy se končetiny z pohledu laterality jeví jako vyrovnané.

Klíčová slova: frakcionace tělesné hmotnosti, bioelektrická impedanční analýza, přístrojové vybavení InBody 720 a Tanita BC-418, segmentální analýza, optimalizace tělesné hmotnosti

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

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Radek Šimek

Title of the master thesis: Determination of body composition in students 1 year FTK UP based on the method bioelectric impedance devices In Body 720 and Tanita BC-418

Department: Department of natural science in kinantropology FTK UP in Olomouc

Supervisor: Doc. RNdr. Miroslava Přidalová, Ph.d.

The year of presentation: 2011

Abstract: This bachelor thesis deals with the body composition of first-year students of the Faculty of Physical Culture Palacky University in Olomouc, with the method of bioelectrical impedance analysis to instruments InBody 720 and Tanita BC-418. They were followed selected parameters of body composition were measured, analyzed and compared with each other. The results showed that these students have an increased amount of muscle mass and low levels of fat mass. The segmental analysis in terms of limb laterality appeared to be balanced.

Keywords: body weight fractionation, bioelectrical impedance analysis, provided devices InBody 720 and Tanita BC-418, segmental analysis, weight loss

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

.....

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové Ph.D. za pomoc a cenné rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2 SYNTÉZA POZNATKŮ	9
2.1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH ANTROPOLOGICKÝCH POJMŮ	9
2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ	10
2.2.1 MODEL Y TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	12
2.2.2 TUK JAKO JEDNA Z KOMPONENT	16
2.2.3 TUKUPROSTÁ HMOTA	19
2.2.4 CELKOVÁ TĚLESNÁ VODA	20
2.2.5 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ	21
2.3 VYUŽITÍ SOMATODIAGNOSTIKY	27
2.3.1 OPTIMALIZACE TĚLESNÉ HMOTNOSTI	29
3 CÍL	34
3.1 DÍLČÍ CÍLE	34
4 METODIKA	35
4.1 SOUBOR	35
4.2 ZPŮSOB MĚŘENÍ	35
4.3 IN BODY 720	35
4.4 TANITA	38
5 VÝSLEDKY	40
5.1. HODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ Z IN BODY 720	40
5.2. HODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ Z TANITY BC-418	43
6 ZÁVĚR	48
7 SOUHRN	49
8 SUMMARY	51
9 REFERENČNÍ SEZNAM	53

1 ÚVOD

Ve své bakalářské práci se zabývám analýzou a porovnáním tělesného složení na základě metody bioelektrické impedance u studentů prvního ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Práce je dílčí součástí výzkumného záměru, který je řešen na FTK UP v Olomouci v rámci projektu „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“ (IK: 6198959221). Sledovaný soubor byl zastoupen mužským pohlavím. Jednalo se o studenty prvních ročníků FTK UP v Olomouci, z důvodů výběrovosti této školy jsme očekávali nadstandardně vysoké hodnoty v oblasti svalové hmoty a naopak nízké hodnoty v oblasti tukové hmoty.

Tělesné složení dokážeme ovlivnit správnou výživou a vhodně zvolenou pohybovou aktivitou. Úroveň jednotlivých frakcí celkové tělesné hmotnosti vypovídá také o aktuálním zdravotním stavu jedince. Pravidelné sledování tělesného složení může být využito ke sledování vhodně či nevhodně zvolené pohybové aktivity při snaze redukovat tělesnou hmotnost, či monitorování efektivity tréninkového zatížení. Informace o tělesném složení považujeme za jednu z důležitých komponent, kterou by měl sportovec znát pro optimalizaci tréninkového a výživového programu.

V teoretické části pracujeme s redukcí tělesné hmotnosti, která je z důvodů stavu dnešní populace velmi často skloňovaným pojmem. „V České republice je již více lidí s nadváhou a obezitou než s ideální váhou (či podváhou) v poměru 55 % : 45 %“ (www.vzp.cz, 2011). I u naší výběrové sportovní skupiny obyvatel jsme narazili na jedince obézní, což je vzhledem k výběrovosti souboru alarmující ukazatel.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH ANTROPOLOGICKÝCH POJMŮ

Moderní antropologie (z řečtiny: anthrōpos, „člověk“, logos, „věda“ = „věda o člověku“) je interdisciplinární vědecký obor hledající odpovědi na základní otázky lidského rodu: „Odkud jsme? Jací jsme? Kam jdeme?“ Vychází z poznání že lidé a lidská společenství, jejich vznik vývoj a proměny jsou určovány navzájem se ovlivňujícími danostmi biologickými, medicínskými, psychologickými, sociálními, kulturními atd. (Malina a kolektiv, 2009)

Pod pojmem antropologie nerozumíme pouze jednu vědní disciplínu, tento pojem je nutno chápat jako strukturovaný soubor vědních disciplín zabývajících se člověkem. Tato vědní disciplína se dělí na tři hlavní odvětví a to na antropologii biologickou, kulturní a sociální. Dále nás bude zajímat antropologie biologická, která se zabývá studiem biologických zvláštností člověka a jeho ras. Biologická antropologie zahrnuje do své struktury antropologii fyzickou, paleoantropologii, historickou a etnickou antropologii (Wolf a kolektiv, 1977). Dále bych rád zmínil antropologii sportovní a funkční neboli fyziologickou, které jsou součástí antropologie fyzické.

„Antropologie fyzická – Základní antropologická disciplína, která studuje růst vývoj a zvláštnosti stavby a funkce lidského organismu, biologické změny, variace tvaru a funkce těla, vlastnosti tělesné stavby člověk“ (Wolf a kolektiv, 1977).

Sportovní antropologie se zabývá výzkumem morfologických a funkčních podmínek lidské motoriky a vlivem morfologických parametrů na sportovní výkon. Víme, že vztah mezi tělesnou stavbou a výkonem není přímý, ale je zprostředkován vztahem ke struktuře výkonu nebo prvkům struktury pohybových činností, které mají pro daný výkon limitující význam. Tyto vztahy jsou pak určující pro modelové charakteristiky tělesného habitu sportovců v konkrétních sportovních disciplínách (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Antropologie fyziologická – též funkční, obor odvozený ze srovnávací lidské fyziologie. Studuje např. vztah barvy kůže k tepelné regulaci, variabilitu v intenzitě základní přeměny látek, rozdíly ve vnímavosti různých chuťových kvalit apod.

Soustřeďuje se hlavně na studium vlivů zevního prostředí na člověka, zvl. na studium funkčních změn člověka (Wolf a kolektiv, 1977).

Současná funkční antropologie je zaměřena na studium vztahů mezi morfológickou a funkční variabilitou člověka....Význam funkční antropologie vyplývá i z nutnosti sledovat vliv tréninkového zatížení na dětský organismus. Téměř každý sport pěstovaný na špičkové úrovni zanechává na organismu, i dospělého člověka, změny vyvolané nerovnoměrným zatížením jednotlivých svalových skupin, někdy dokonce i poruchy orgánové....Problematika tělesného složení a odhad parametrů tělesných segmentů je ve funkční antropologii velice důležitou kapitolou, která představuje společnou oblast zájmů s řadou dalších oborů – výživa, kinantropologie, tělovýchovné lékařství, biomechanika i různé klinické obory (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.2 TĚLESNÉ SLOŽENÍ

Posouzení tělesného složení považujeme za jednu ze složek zdravotně orientované zdatnosti. Tělesná stavba, tělesné rozměry a zejména složení těla patří mezi velmi významné faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti. „Tělesné složení je jedním z nejdůležitějších ukazatelů vývojového stupně v průběhu ontogeneze, úrovně zdraví, tělesné zdatnosti a stavu výživy“ (Heller, Nejedlá, Bunc, & Tobolková, 2001). Důkazem těchto tvrzení je zařazení posouzení tělesného složení do některých významných testových baterií, jako je například UNIFITTEST a FITNESSGRAM. „Tělesné složení je ovlivněno geneticky a formováno exogenními faktory, ke kterým řadíme pohybovou aktivitu (pohybový komfort, případně cílené pohybové aktivity), výživové faktory a celkový zdravotní stav organismu“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)

Nejjednodušším způsobem klasifikace ideální hmotnosti je výpočet BMI (Body Mass Index). Vzorec pro výpočet BMI počítá pouze s naší výškou a váhou, jiné parametry se do něj nedosazují, proto je pouze orientační a výsledek může být zavádějící. Příkladem mohou být dva muži stejné hmotnosti a výšky, kde u jednoho převažuje v tělesném složení tuk a u druhého svalová hmota. „Obezita může být lépe definována jako nadměrné množství tuku v těle v poměru k tělesné hmotnosti“ (Heyard & Wagner, 2004). Nicméně výpočet BMI je nejjednodušší ukazatel

pro stanovení podváhy, nadváhy či obezity. Podváhu klasifikujeme jako hodnotu BMI pod 18,5 kg/m², nadváha klasifikujeme u hodnot mezi 25 a 29,9 kg/m², obezitu pak u hodnot převyšujících 30 kg/m² (Tabulka 1).

Vzorec pro výpočet BMI:
$$BMI = \frac{Hmotnost}{Výška^2}$$

Tabulka 1. Mezinárodní klasifikace nadváhy a obezity podle BMI (dle <http://apps.who.int>)

Klasifikace	BMI (kg/m ²)
Podváha	<18,50
Těžká podváha	<16,00
Středně těžká podváha	16,00-16,99
Mírná podváha	17,00-18,49
Fyziologické rozmezí	18,50-24,99
Nadváha	25,00-29,99
Obezita	≥30,00
1. stupně	30,00-34,99
2. stupně	35,00-39,99
3. stupně	≥40,00

Vývojové změny aktivní tělesné hmoty a tuku jsou vázány na kalorickou bilanci a úroveň energetického obratu, který sám o sobě prodělává v ontogeneze význačné změny a tím představuje jeden z hlavních určujících vlivů odpovědných za variace tělesného složení. Všechny faktory působící na tuto rovnováhu – především výživa a svalová práce – se proto významně odrážejí ve složení těla a mohou modifikovat jeho vývojový trend. Zároveň jsou tak činiteli, kterými je možno do vývoje tělesného složení cíleně zasáhnout a ovlivňovat ho žádoucím směrem (Pařízková, 1973).

Srovnáme-li dva jedince stejné tělesné výšky a hmotnosti, můžeme často již pouhým pohledem zjistit, že navzdory shodě v těchto vlastnostech se jejich tělesné složení výrazně odlišuje. Kvantitativní kritéria jako tělesná výška, hmotnost nebo různé indexy podstatu tohoto rozdílu nedokážou postihnout, podávají totiž pouze orientační informaci o tělesné konstituci. Pro podrobnější

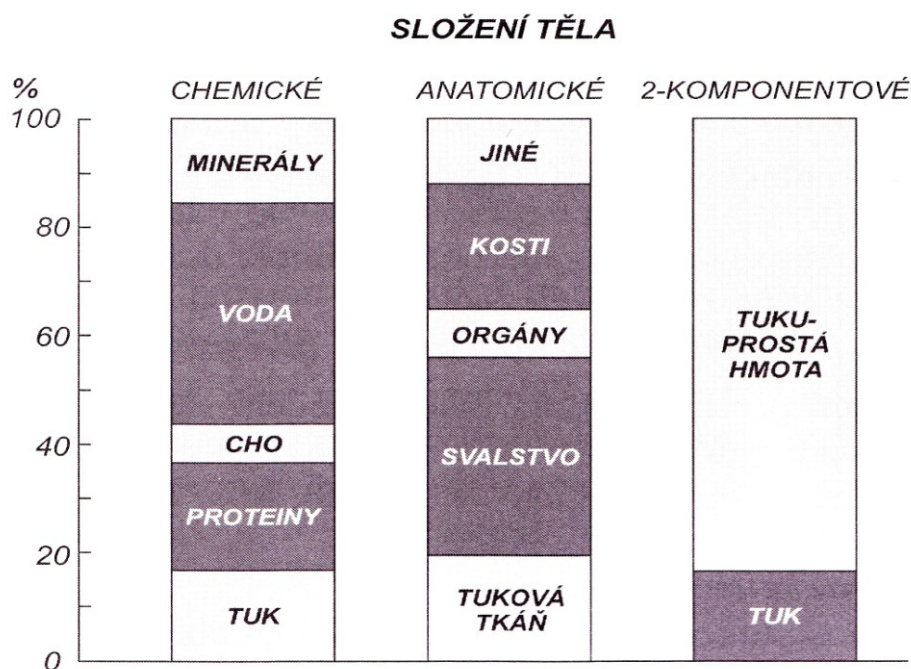
analýzu hmotnosti musíme provést frakcionaci na jednotlivé komponenty (Pařízková, 1962).

Základním morfologickým parametrem se kterým pracujeme při sledování tělesného složení, a z něhož je nutné vycházet, je tělesná hmotnost. Dále se zkoumají jednotlivé komponenty (frakce) tělesného složení, jejich vzájemný poměr v zastoupení.

Frakcionaci hmotnosti těla je možno chápat ze dvou aspektů - jako podíl jednotlivých tkání na celkové hmotnosti těla – tělesné složení (body composition), - z aspektu hodnocení hmotnosti jednotlivých tělesných segmentů jako článků kinematického řetězce (distribuce hmoty těla)... Priorita myšlenky frakcionace tělesné hmotnosti náleží českému antropologovi Matiegkovi (1921). Relativně méně pozornosti bylo ve funkční antropologii věnováno hmotnosti tělesných segmentů, i když je tento problém rovněž poměrně starého data. První práce byly publikovány již v minulém století Harless (1860), Braune (1889), Fischer (1906). Jejich údaje pochází ze sekčních materiálů, získaných jen na malých počtech osob, přesto řada novějších prací vychází z těchto materiálů (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.2.1 MODEL Y TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

Jak již bylo zmíněno, tělesná hmota je tvořena součtem několika komponent. Z původního hlediska rozlišujeme dva modely tělesného složení. Model anatomický a chemický. Z hlediska anatomického modelu je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Na základě tohoto modelu je postaven dvoukomponentový model tělesného složení. Z hlediska chemického modelu je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou (Obrázek 1). Chemického modelu se více využívá, pokud sledujeme problematiku energetických zásob.



Obrázek1. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model (upraveno podle Willmora, 1992).

Postupem doby a pokrokem techniky se objevily nové metody pro odhad tělesného složení. S novými metodami přišli také nové modely tělesného složení. Jde o atomický model, molekulární, buněčný, tkáňově-systémový a celotělový model (Obrázek 2).

Atomický model sleduje tělesné složení z hlediska zastoupení chemických prvků v organismu. V těle se vyskytuje převážně šest hlavních prvků a to po řadě kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor. Těchto šest prvků tvoří přibližně 98 % celkové tělesné hmotnosti. Zbývá 2 % jsou tvořena 44 ostatními prvky, příkladem je chlór, fluór, síra, draslík, sodík, hořčík a jiné. Analýza tohoto modelu tělesného složení byla prováděna chemickou cestou na mrtvolách (Tabulka 2).

Tabulka 2. Prvkové složení lidského těla (upraveno podle Wolf a kolektiv, 1977)

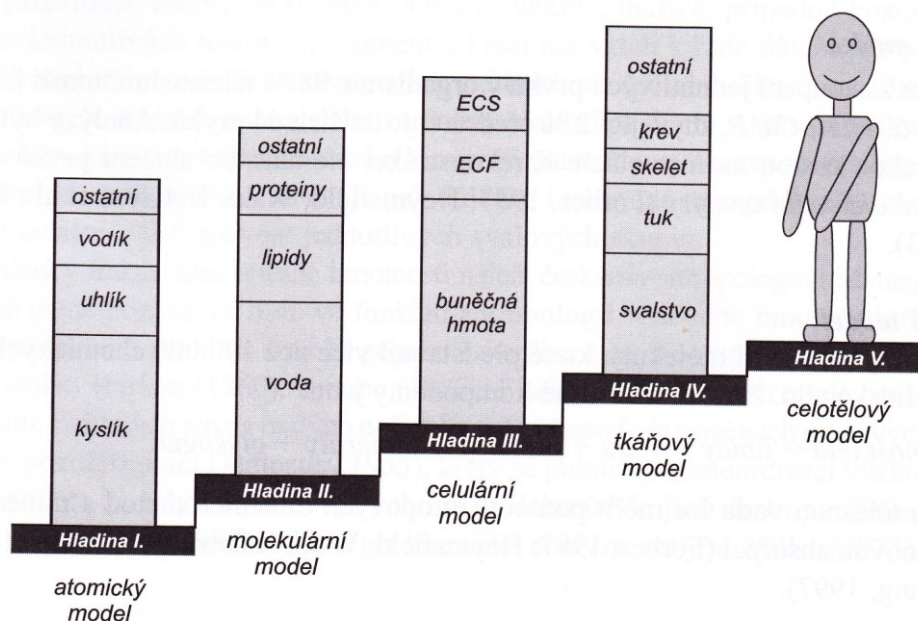
Prvek lidského těla	%	Prvek lidského těla	%
Kyslík	63,00	Draslík	0,11
Uhlík	20,20	Sodík	0,10
Vodík	9,90	Hořčík	0,03
Dusík	2,50	Železo	0,09
Vápník	2,50	Mangan	0,0008
Fosfor	1,10	Křemík	0,0008
Chlór	0,16	Jód	0,00005
Fluór	0,14	aj.	
Síra	0,14		

Molekulární model na rozdíl od atomického modelu nepracuje pouze s jednotlivými chemickými prvky, které tvoří lidský organismus, ale s hlavními sloučeninami těchto prvků. Lidské tělo je tvořeno více než 100 000 chemickými sloučeninami. Tyto sloučeniny tvoří 11 hlavních prvků, které tvoří molekuly lidského těla. Tento model dělí lidské tělo na lipidy, vodu, proteiny, minerály a glykogen.

Buněčný model postupuje v analýze tělesného složení zase o něco dále, předchozí model se zabývá molekulárním složením, tento model však už složením těchto molekul v jednotlivé buňky. Celková tělesná hmotnost je tedy tvořena buňkami tukové tkáně, BM (svalové, pojivové, epiteliální, nervové buňky), ECPL (organické a anorganické látky) a extracelulární tekutinou (ECT), která se skládá z plazmy a intersticiální tekutiny.

Tkáňově-systémový model tento model rozděluje tělo na jednotlivé komponenty na základě organizace molekul do tkání. Tkáně rozlišuje tři – kostní, svalovou a tukovou. Hmotnost těla je tedy rozdělena mezi muskuloskeletální, kožní, nervový, respirační, oběhový, zažívací, vyměšovací, reprodukční a endokrinní systém.

Celotělový model zjišťuje denzitu těla na základě antropometrických měření a to pomocí tělesné výšky, hmotnosti, hmotnostně-výškových indexů, délkových, šířkových a obvodových rozměrů, tloušťky kožních řas a objemu těla. Denzita těla vypovídá o rozložení tělesné hmotnosti mezi aktivní tělesnou hmotu a depotní tuk.



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka (upraveno podle Heymsfield, Waki, Kehyas a kolektiv, 1991)

Tyto zmíněné modely tělesného složení nejsou jediné, dále máme modely, které se odlišují pohledem na počet zkoumaných komponent tělesného složení. V některé literatuře nalezneme šesti komponentový model tělesného složení, je to však pouze jiné označení pro atomický model. Dále se používá dvoukomponentový model, tříkomponentový a čtyřkomponentový model tělesného složení.

Dvoukomponentový model dělí hmotnost lidského těla na dvě základní komponenty. Těmito komponentami jsou tuk (Fat Mass, FM) a tukuprostá hmota (Free Fat Mass, FFM). Tukuprostá hmota je definována jako hmotnost všech tkání mínus extrahovatelný tuk. Pro tuto tělesnou složku byl dříve používán termín aktivní tělesná hmota (Lean Body Mass, LBM). „Chemické složení tukuprosté hmoty (FFM) je považováno za relativně konstantní s obsahem vody 72-74 % a obsahem draslíku 60-70 mmol/kg u mužů a 50-60 mmol/kg u žen“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Tento model tělesného složení je založen na různé denzitě tuku (FM) a tukuprosté hmoty (FFM). Denzita FM je $0,9 \text{ g/cm}^3$, naproti tomu denzita FFM je $1,1 \text{ g/cm}^3$. Naměření rozdílné denzity u těchto dvou komponent je zapříčiněn obsahem vody a draslíku v tukuprosté hmotě.

Tříkomponentový model rozděluje lidské tělo do tří složek. Jsou to tuk, voda a sušina. Do sušiny řadíme bílkoviny a minerály. Někdy se tento model zjednodušuje na podíl tuku, svalstva a kostní tkáně.

Čtyřkomponentový model zahrnuje následující složky: tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály. „V současné době se odborníci shodují, že multikomponentální přístup by měl být použit kdykoli je to možné, především pro vývoj a validaci metod složení těla a predikce rovnic“ (Heyward & Wagner, 2004).

Lidské tělo můžeme v podstatě rozdělit do několika komponent, které mezi sebou vytváří vzájemné vztahy. Mezi nejvýznamnější komponenty tělesného složení řadíme tělesný tuk (FM), tukuprostou hmotu (FFM) a celkovou tělesnou vodu (TBW). Tělesné složení, v nejčastějším pojetí jako velikost podílu depotního tuku a aktivní hmoty, vytváří výrazný somatický znak, který se charakteristicky rozvíjí v závislosti na věku, pohlaví a stupni tělesného rozvoje. Obecně lze parametry tělesného složení stanovovat množstvím metod, které se liší jak přístrojovou a personální náročností, tak i přesností stanovení sledovaných dat (Kinkorová, Keller, & Moulis, 2009).

2.2.2 TUK JAKO JEDNA Z KOMPONENT

Tělesný tuk (FM) je nejvariabilnější komponentou tělesného složení. Jeho zastoupení můžeme ovlivňovat výživou a tělesnou aktivitou. Tuk je také nejčastěji sledovaným parametrem, a to z několika důvodů. Tělesný tuk je ukazatelem zdravotního stavu a tělesné zdatnosti. Pro náš organismus je rizikovým faktorem vysoké, ale i nízké množství podkožního tuku.

Nízké zastoupení podkožního tuku s sebou nese zdravotní riziko v podobě různých disfunkcí, neboť určité množství tuku je nutné pro zachování základních fyziologických funkcí. Esenciální lipidy, jako např. fosfolipidy jsou využívány ke stavbě buněčných membrán, tuky jsou zapojeny do transportu a využití vitamínů rozpustných v tucích, lipoproteidy slouží k transportu lipidů a cholesterolu, jsou prekurzory steroidních hormonů, jsou součástí biologicky aktivních látek patřících do skupiny eikosanoidů (leukotrieny, prostaglandiny, tromboxany, prostacykliny) a podobně. Vysoké zastoupení podkožního tuku je spojeno obecně s obezitou, která vede ke zdravotním komplikacím a iniciuje vznik fyzicky a sociálně hendikepovaného jedince. Vztah nadváhy a obezity determinuje odlišný lipidový profil, inzulínovou rezistenci, vysoký krevní tlak. Obezita je spjata s ortopedickými, kardiorespiračními a psychosociálními poruchami (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Moderní metody odhadu tělesného složení nám umožňují tzv. segmentální analýzu tělesného složení. Jedná se o metodu, která rozděluje tělo do pěti segmentů: pravá horní končetina, levá horní končetina, trup, pravá dolní končetina a levá dolní končetina. Toto schéma nám umožňuje rozdělit rozložení tuku do dvou skupin. První skupinou je centripetální rozložení tuku, jedná se o převahu tuku na končetinách. Druhou skupinou je centrifugální rozložení tuku, jedná se o převahu tuku na trupu. Jak uvádí Riegerová a Přidalová (2002) optimální je harmonické rozložení tukové složky (diference mezi trupem a končetinami je minimální). Rizikové je naopak výrazně centrifugální zastoupení tukové složky.

Jak již předchozí odstavec napovídá, tuk se v lidském těle nemusí ukládat rovnoměrně. Rozdílné ukládání tuku se projevuje již při normální hmotnosti, nadváha a obezita tento rozdíl umocňuje. V závislosti na oblasti ukládání tuku obezitu rozdělujeme na dva typy:

Gynoidní typ – tento typ obezity bývá častější u žen (z řec.he gynos = žena), je označován také jako obezita typu hrušky, kde se tělesný tuk ukládá převážně v dolní polovině těla, od pasu dolů, hlavně na hýždích, stehnech nebo v rozsahu celých dolních končetin. V horní polovině těla, do pasu, bývají tyto ženy štíhlé.

Androidní (abdominální, centrální) typ – nebo také obezita tvaru jablka bývá zase častější u mužů (z řec. andros = muž), ovšem nevyhýbá se ani mnoha ženám. Tuk je tu uložen převážně na břiše a v horní polovině těla, zatímco horní i dolní končetiny zůstávají štíhlé. Tento typ se označuje také jako centrální obezita nebo viscerální (útrobní), protože tuk bývá uložen ve zvýšené míře nejen v podkoží, ale také v dutině břišní, mezi břišními orgány, které obaluje a tím omezuje jejich správné fungování (Mastná, 1999).

Na začátku kapitoly jsem uváděl klasifikaci obezity na základě výpočtu BMI. Na základě stanovení procenta podkožního tuku můžeme obezitu klasifikovat přesněji. Zde už jde přímo o tělesné složení, nejen o poměr mezi váhou a výškou. Standardy uváděné v literatuře však neuvádějí způsob měření těchto hodnot. Nejpravděpodobněji se jedná o hodnoty měřené pomocí bioelektrické impedance. Tabulka 3 uvádí průměrné hodnoty tělesného tuku u mužů, zdravotní minimum tuku a také hranici obezity. Tato data jsou ještě rozdělena podle věku. Tabulka 4 uvádí doporučené procento tuku pro fyzicky aktivní (sportující) dospělou mužskou populaci.

Tabulka 3. Standardy % FM (fat mass) pro muže (Heyward & Wagner, 2004)

Věk (v letech)	6-17	18-34	35-55	55+
Zdravotní minimum tuku (%)	<5	<8	<10	<10
Nízká hodnota (podprůměr, %)	5-10	8	10	10
Střední hodnota (průměr, %)	11-25	13	18	16
Vysoká hodnota (nadprůměr, %)	26-31	22	25	23
Obezita (%)	>31	>22	>25	>23

Z tabulky 3 vidíme, že zdravotní minimum tuku pro mužskou populaci se pohybuje pod 5 % tělesné hmotnosti. S věkem toto zdravotní minimum stoupá. Naopak v průměrné hodnoty tělesného tuku stoupají do 55 let života. Po této věkové hranici průměrná hodnota tělesného tuku klesá. Podobně je tomu u hodnocení obezity v průběhu ontogeneze. V tabulce 3 vidíme, že ve věku 6-17 let mluvíme o obezitě až při hodnotách tělesného tuku nad 31 % tělesné hmotnosti. Po 18 roku věku je obezita hodnocena již při hodnotách nad 22 %, s přibývajícím věkem toto hodnocení mírně stoupá až na hodnotu 25 %. Po 55 roku věku toto hodnocení opět klesá, a to na hodnotu tělesného tuku nad 23 % tělesné hmotnosti.

Tabulka 4. Doporučené % FM (fat mass) pro dospělou fyzicky aktivní populaci (Heyward & Wagner, 2004)

Věk (v letech)	18-34	35-55	55+
Nízká hodnota (podprůměr, %)	5	7	9
Střední hodnota (průměr, %)	10	11	12
Vysoká hodnota (nadprůměr, %)	15	18	18

Z tabulky 4 vidíme že hodnocení tělesného tuku a fyzicky aktivní (sportující) populace. Podprůměrná hodnota tělesného tuku se pohybuje kolem 5 % tělesného tuku u jedinců od 18 do 34 let a v průběhu ontogeneze stoupá až na hodnotu 9 % tělesného tuku nad 55 let věku. Podobně je tomu u středních a vysokých hodnot. Tyto hodnoty s přibývajícím věkem stoupají.

2.2.3 TUKUPROSTÁ HMOTA

Tukuprostou hmotu (FFM) dělíme do tří složek – svalstvo, opěrné a pojivové tkáně a vnitřní orgány. První složkou je svalová hmota, která se na této komponentě tělesného složení podílí u dospělého muže z 60%. Svalovou tkáň dělíme dále na tři typy. „Svaly kosterní (příčně pruhované), srdeční (modifikovaný kosterní) a hladké svaly. Kosterní svaly tvoří přibližně 40 % tělesné hmotnosti, svaly hladké se srdečním přibližně 10 % tělesné hmotnosti“ (Rokyta a kolektiv, 2000). Druhou složkou jsou opěrné a pojivové tkáně, které se podílí z 25 % na hmotnosti FFM. Poslední složku tvoří hmotnost vnitřních orgánů, která se na hmotnosti FFM podílí z 15 %.

Podíl kosterního svalstva na hmotnosti těla nezůstává celý život na stejné úrovni. V průběhu ontogeneze se tento podíl mění. U novorozence se podílí kosterní svaly přibližně z 25 % na jeho hmotnosti, u dospělého muže je tento podíl, jak již bylo uvedeno, okolo 40 %. „K největšímu nárůstu dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferenciacemi při nástupu a v průběhu adolescence. Rozvoj svalstva u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 16. rokem je relativně stabilní. Pak následuje postupný pokles“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Uvedené hodnoty podílu svalové složky na hmotnosti těla samozřejmě neplatí pro celou populaci. Podstatně vyšší podíl svalové hmoty mají jedinci výrazně pohybově aktivní. Tento poměr se také mění v závislosti na typu tělesného zatížení (Tabulka 5). Nejvyšších hodnot dosahují sportovci z oblasti silových sportů, jako je například vrh koulí a hod oštěpem.

Význačným diagnostickým kritériem jsou i regionální zvláštnosti rozvoje svalstva. Při narození je 40 % hmotnosti svalstva soustředěno na trupu, v dospělosti pak pouze 25-30 %. Na dolních končetinách se podíl svalstva zvyšuje ze 40 % při narození na 55 % v dospělosti, zatímco svalstvo horních končetin tvoří relativně stálý podíl 18-20 % celkové muskulatury v průběhu celé ontogeneze (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tabulka 5. Podíl svalstva na hmotnosti u sportovců (mužů) – Matiechkova metoda (Ulbrichová, 1984)

Sport	Svalstvo %	Sport	Svalstvo %
Sprint	50	Kajak (rychl.)	49
Běh na střední tratě	49	Veslování	50
Běh na dlouhé tratě	49	Plavání	50
Skok daleký	51	Gymnastika	52
Skok vysoký	50	Krasobruslení	51
Skok o tyči	54	Basketbal	48
Vrh koulí	54	Volejbal	48
Hod diskem	53	Házená	49
Hod oštěpem	54	Lyže	50

2.2.4 CELKOVÁ TĚLESNÁ VODA

„Základní složkou živého organismu je voda. Její množství v těle závisí na věku (s věkem se snižuje), pohlaví a hmotnosti“ (Rokyta a kolektiv, 2000), (Tabulka 6).

Tabulka 6. Průměrné množství celkové tělesné vody v závislosti na věku a pohlaví (Rokyta a kolektiv, 2000)

	<i>Procento tělesné hmotnosti tvořené vodou</i>
Kojenec	80-85
Dítě	75
Dospělý muž (žena)	63 (53)

Voda má v organismu mnoho funkcí: působí jako transportní prostředí pro živiny, elektrolyty, hormony, krevní plyny, odpadní látky, teplo a elektrické proudy. Voda také slouží jako rozpouštědlo a vhodné prostředí pro chemické reakce probíhající v organismu (např. hydrolyza živin). Kromě toho zvlhčuje a chrání sliznice a udržuje pružnost a odolnost kůže.... Nejvíce vody je v krvi, ve svalové tkáni a v kůži. Podstatně méně vody obsahují kosti (22 %) a tuková tkáň (10 %). Obsah vody je proto nízký u obézních lidí – u nich tvoří pouze 45 % tělesné hmotnosti (Rokyta a kolektiv, 2000).

Celkovou tělesnou vodu (TBW) dělíme na dvě složky a to na intracelulární tekutinu (ICT) a extracelulární tekutinu (ECT). Podíl těchto dvou složek je 66:34 (Rokyta a kolektiv, 2000). „Podíl extracelulární tekutiny v období 12-18 let je poměrně stabilní, podíl intracelulární tekutiny se v tomto období u chlapců zvyšuje, u dívek snižuje“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Intracelulární tekutinu také jinak nazýváme nitrobuněčnou, extracelulární tekutinu pak jako mimobuněčnou. Extracelulární tekutina se dále dělí na dvě složky a to na tekutinu intravazální (krevní plazma) a intersticiální (tkáňový mok).

2.2.5 METODY ODHADU TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

Metody pro odhad tělesného složení můžeme rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří metody považované za laboratorní. Mezi tyto metody řadíme metody založené na denzitě (hustotě) tkání (denzitometrie, hydrostatické vážení), chemických analýzách (celkový tělesný draslík, celkový tělesný vápník, celkový tělesný dusík), stanovení svalových metabolitů (kreatininurie, vylučování 3-methylhistidinu), zobrazovací metody (magnetická resonance, DEXA). Druhou skupinou jsou metody terénní, mezi které řadíme metody založené na vodivosti tkání (bioimpedanční metody – BIA) a antropometrii (kaliperace). Jak je již patrné z rozdělení metod, v tělovýchovné a sportovní praxi je nejvíce využíváno metod terénních, tedy bioimpedančních a antropometrických metod.

Denzitometrie

„Denzitometrie je založena na dvoukomponentovém modelu lidského těla, jehož složky mají odlišnou denzitu“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Tato metoda vychází ze tří základních předpokladů. Prvním předpokladem je, že denzita obou komponent je konstantní a odlišná, dále úroveň hydratace tukuprosté hmoty (FFM) je také konstantní a do třetice, že poměr kostních minerálů je ve vztahu k proteinům také konstantní.

Vychází ze vztahu $\text{hmotnost} = \text{denzita} \times \text{objem}$, přičemž objem je zjišťován za pomoci *hydrostatického vážení* za využití principu Archimédova zákona. Metoda je spolehlivá, výhodou je, že zjišťuje současně depotní tuk i aktivní tělesnou hmotu, je relativně laciná a může být často opakována, protože

nepředstavuje zdravotní rizika. Nevýhodou metody je její technická i časová náročnost (Pařízková, 1998).

„Z celkové tělesné denzity (D) je prostřednictvím různých rovnic stanoven odhad tělesného tuku.... Chyba denzitometrie při odhadu podílu tuku se odhaduje v rozmezí 3-4 %. Přes problémy je považována za tzv. „zlatý standard“ pro hodnocení validity ostatních metod“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006). Některé rovnice pro odhad tělesného tuku naleznete níže (Tabulka 7).

Tabulka 7. Některé užívané rovnice (Riegerová, Přidalová & Ulbrichová, 2006)

Brožek (1963)	% tělesného tuku = $(4,57/D - 4,412) \times 100$
Siri (1961)	% tělesného tuku = $(4,95/D - 4,5) \times 100$
Lohman (1986)	% tělesného tuku = $(2,118/D - 0,78 \times W - 1,354) \times 100$
Lohman (1986)	% tělesného tuku = $(6,386/D + 3,961 \times m - 6,090) \times 100$

Vysvětlivky: W – denzita vody (0,9937 g/cc), m – kostní minerály

Hydrostatické vážení

Tato metoda zjišťuje objem těla za pomoci vážení na suchu a poté pod vodou. Vážení pod vodou je nutné provést v maximálním exspiriu a výsledek je ještě korigován o objem reziduálního vzduchu, a to z důvodu nadlehčování těla vzduchem, který se nachází v dýchacích cestách a plicích. Výsledek je také nutné korigovat s přihlédnutím na denzitu a teplotu vody. Pro výpočet hmotnosti tuku se používají regresní rovnice.

Chemické analýzy

Mezi vybrané metody založené na chemické analýze jsme zahrnuli celkový tělesný draslík, celkový tělesný vápník a celkový tělesný dusík. Všechny tyto metody jsou založeny na předpokladu že obsah dané látky (K, Ca, N) je konstantní po řadě v tucích, kostní tkáni a svalové hmotě. Na základě naměřené hodnoty dané látky se provede odhad tělesného složení.

Stanovení svalových metabolitů

Mezi tyto metody jsme zařadili kreatininurii a vylučování 3-methylhistidinu. Kreatininurie je metoda založená na vylučování kreatininu jako odpadního produktu metabolických pochodů v kosterním svalstvu. Pro přesnost výsledku je třeba naměřit kreatinin pouze endogenního původu, tělo ho totiž vylučuje také z potravy. Je tedy nutné před měřením dodržovat několikadenní bezmasou dietu. Vylučování 3-methylhistidinu je „metoda založena na předpokladu, že vylučování endogenního 3-methylhistidinu je obrazem odbourávání svalových proteinů, proto může být jeho exkrece využita pro odhad tělesného složení“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Magnetická resonance (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 příslušenství zařízení limituje... Metoda je časově náročná, ale nevyžaduje spolupráci probanda. Lze ji využít pro měření viscerálního tuku (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

DEXA

Dual Energy X-Ray Absorptiometry překládána jako duální rentgenová absorpciometrie je metoda odhadu tělesného složení pomocí dvou pulzních paprsků rozdílné hladiny. Tyto paprsky jsou různě pohlcovány organismem, na základě naměřených dat je tělo rozděleno na čtyři komponenty. Tato metoda je tedy založena na čtyřkomponentovém modelu tělesného složení. Jednotlivými složkami jsou kostní minerály, proteiny, voda a tuk. Tato metoda je také označována jako „zlatý střed“ a řadí se mezi metody referenční. „Dostupnost této metody je omezená vzhledem k její vysoké finanční náročnosti, a proto většinou slouží k ověření získaných dat naměřených jinými metodami, které jsou dostupnější a méně náročné na provoz (Kinkorová, Heller, & Moulis, 2009). Výhodou tohoto typu měření je také vyloučení chyby osoby která provádí měření. Ve smyslu nadržování či špatného úsudku. (Roche, Heymsfield & Lochman, 1996) Avšak toto vyšetření má i nevýhody, jak uvádí Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, (2006) „Snímací plocha je 60 × 190 cm.

Nelze tedy vyšetřit obézní subjekty nebo subjekty s větší tělesnou výškou. Přesnost měření se se zvětšujícími rozměry klesá“. Vyšetření DEXA se také v lékařství využívá k odhalení osteoporózy, je nejrozšířenější metodou kostní denzitometrie - měření kostních minerálů (www.osteoporoza.cz).

Bioelektrická impedance (BIA)

Bioelektrická impedance je rychlá, neinvazivní a relativně levná metoda pro odhad tělesného složení. „Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách“ (Thomas a kolektiv, 1992). Tato metoda má mnoho výhod, nejen že je rychlá, neinvazivní a relativně levná, ale její velkou výhodou oproti ostatním metodám je také snadné a nenáročné školení operátora. Bunc a kolektiv (2001) uvádí že chyba způsobená obsluhou nepřesahuje 3 %.

Biologické tkáně působí jako vodiče nebo izolátory, tok proudu skrz tělo následuje cestu nejmenšího odporu. FFM obsahuje velké množství vody (~73%) a elektrolytů, proto je lepší vodič elektrického proudu než tuk, který je bez vody, tudíž špatný vodič. U nízkých frekvencí (~1 kHz) proud prochází pouze extracelulární vodou (ECW), na vyšších frekvencích (500-800 kHz) prostoupí buněčnou membránou a prochází intracelulární vodou (ICW). Tradiční jednofrekvenční BIA metoda používá nízké úrovně dráždění proudem (500-800 μ A) při 50 kHz pro měření celkové tělesné impedance. Při frekvenci 50 kHz je BIA opravdu měřítkem ECW, spíše než ICW nebo FFM, ale ECW u zdravých jedinců velmi koreluje s TBW a FFM. TBW a FFM lze proto z této metody odhadnout. (Heyward & Wagner, 2004)

„Aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolává impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu. Hodnota odporu tkáně, tzv. bioelektrická impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází“ (Thomas et al., 1992). Z naměřené hodnoty impedance, poměru výšky, hmotnosti a dalších korekcí přístroj na měření tělesného tuku vypočítá procento tělesného tuku. Na tomto principu je založen např. přístroj Bodystat či váhy Tanita (<http://www.bodystat.cz>, <http://www.tanita.cz>). Rovnice pro výpočet celkové tělesné vody (TBW), tukové hmoty (FM), tukuprosté hmoty (FFM) a případně dalších (ICT, ECT) jsou specifické podle věku, pohlaví a úrovně pohybové

aktivity. Bunc (2000) uvádí, že je nutné rozlišovat kategorie podle množství tělesného tuku a to na kategorie pod 15 %, 15,1 – 30 % a nad 30 % tělesného tuku. Pro různé kategorie je nutné používat různé typy rovnic.

Vodičem v lidském těle je voda, proto je metoda bioelektrické impedance citlivá na stav hydratace organismu. „Po cvičení či koupeli může být hodnota jiná, stejně tak jako po jídle či při měření ihned po probuzení. Nejvhodnější doba měření je proto mezi 18. a 20. hodinou (nebo alespoň 2 hodiny po obědě nebo před večeří)“ (<http://www.aerobics.cz>, 2001). Proto pro získání přesných výsledků, jak uvádí Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006), je nutné dodržování několika podmínek mezi něž patří zákaz požití alkoholu 24 hodin před testem, 4-5 hodin před testem nejíst a nepít, vyprázdnit močový měchýř a pak opětně podat tekutinu, vyvarovat se pohybové aktivity 12 hodin před testem a také si proband musí před měřením odložit veškeré kovové předměty.

„První přístroje pro měření tuku technologií BIA byly ruční tukoměry“ (<http://www.inbody.cz>). Vzhledem ke konstrukci a použití elektrod měření impedance probíhá pouze horními končetinami (Obrázek 3). Výsledky jsou z těchto důvodů ovlivněny typem obezity. Dalším typem zařízení jsou medicínské váhy. Jako v předchozím případě je impedance měřena pouze v jedné polovině těla a to na dolních končetinách a v dolní části trupu (Obrázek 4). Výsledek je proto také ovlivněn typem obezity.

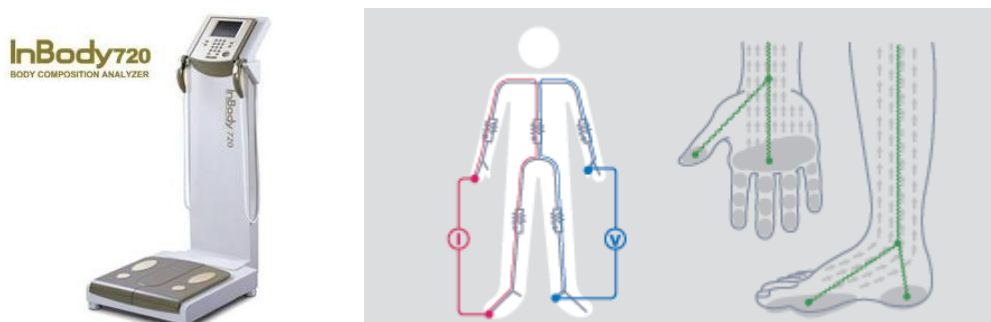


Obrázek 3. Ruční tukoměr (<http://www.inbody.cz>)



Obrázek 4. Medicínské váhy (<http://www.inbody.cz>)

Pro přesnější měření tělesného složení se používají profesionální analyzéry. „Měření probíhá v dolní i horní polovině těla a výsledky měření nejsou ovlivněny typem obezity (Obrázek 5). Data získaná měřením jsou velice přesná a umožňují získat o měřené osobě podrobné informace“ (<http://www.inbody.cz>).



Obrázek 5. Analyzátor tělesného složení (<http://www.inbody.cz>)

Pro dosažení co největší přesnosti výsledku musí analyzátory BIA tělo rozdělit do pěti segmentů. Tyto segmenty reprezentují tělo v podobě válců – čtyři válce pro končetiny a jeden pro trup. Impedance je v těchto segmentech měřena samostatně. Tato analýza je přesnější, protože měřená hodnota konkrétní části těla neovlivňuje ostatní segmenty. Levnější přístroje pracující s technologií BIA toto rozdělení do segmentů nemají, z tohoto důvodu nezjistí opravdový tvar těla probanda, a proto je jejich měření spíše jen hádáním. Pro dosažení přesného výsledku je nutné použít kvalitnějšího přístroje. Příkladem může být námi použitý přístroj InBody 720.

Antropometrie

U této metody posuzujeme tělesné složení na základě zevních (antropometrických) rozměrů těla. První metoda, která se pokusila o kvantifikaci tělesných komponent na základě zevních rozměrů těla, byla Matiegkova metoda (1921). Rozdělil hmotnost těla na 4 složky (hmotnost skeletu, hmotnost kůže a hmotnost podkožní tukové tkáně, hmotnost kosterního svalstva, hmotnost zbytku). Tuto metodu později modifikoval Drinkwater (1980).

Dalšími z odhadů tělesného složení jsou odhady provedené na základě součtu kožních řas. Zde je dostupných několik meto, tyto metody se liší na základě počtu měřených kožních řas a použitých regresních rovnic. U nás se nejčastěji setkáme s metodou podle Pařízkové (1962), kde je odhad proveden ze součtu deseti kožních řas. Na měření kožních řas používáme různé typy kaliperů, vždy je nutné do výsledků označit druh kaliperu, který byl použit. K dostání je digitální kaliper, kaliper typu Somet, Best, Harpenden, Lafayette a Lange. Tato metoda předpokládá, že tloušťka tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství tuku a také, že místa zvolená pro měření tloušťky kožních řas reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy. Ze součtu sedmi kožních řas lze provést odhad % tuku podle Thorlanda. Další metodou je odhad % tuku podle Durnina a Womersleyho, kde je procento tělesného tuku odvozeno ze součtu čtyř kožních řas. Dále existují metody, které odvozují procento tělesného tuku na základě tloušťky dvou kožních řas, je to odhad % tuku podle Lohmana a podle Sloana a Weira. Antropometrie je metoda nenáročná, vyžaduje pouze přístroj pro změření tloušťky kožních řas. Vyšetření je rychlé a použitelné v terénních podmínkách, nicméně vyžaduje pečlivý zácvik. „I u zkušených antropologů může chyba měření dosáhnout až 5%“ (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.3 VYUŽITÍ SOMATODIAGNOSTIKY

Se stále se zvyšující životní úrovní se také v poslední době zvyšuje pozornost kvalitě života. Zejména obezita je zdravotní problém, kterému se v masmédiích dostává větší pozornosti než dříve. Stále více a více lidí si uvědomuje, že v obezitě jsou kořeny obvyklých problémů a proto se v souvislosti obezitou zvyšuje zájem o její léčení (www.biospace.cz).

Přístroj InBody 720 poskytuje analýzu osifikující a neosifikující kostní tkáně, tato hodnota je důležitá pro včasné odhalení počínající osteoporózy. Pokud k tomuto včasnému odhalení nedojde, většinou to zjistíte až ve chvíli, kdy se vám špatně hojí zlomeniny. Další užitečný ukazatel našeho zdraví je index retence vody, pokud jsou hodnoty určité části těla mimo běžné rozmezí, vznikne zde otok. Příčinou vzniku otoku může být onemocnění jater, onemocnění ledvin, špatná výživa či zánětlivé onemocnění. Díky segmentální analýze svalstva dokážeme odhalit svalové dysbalance, na základě jejich odhalení může daný sportovec do svého tréninkového plánu zařadit více kompenzačních cvičení a těmto svalovým dysbalancím zamezit. „Složení těla a zejména procento tělesného tuku je považováno za jeden z nejspolehlivějších ukazatelů případných rizik kardiovaskulárních, metabolických a nádorových onemocnění“ (Heller, Nejedlá, Bunc, & Tobolková, 2001).

Analýzou tělesného složení nám přístroje umožní zhodnotit naše tělo a vydat se při změně hmotnosti tím správným směrem. Po analýze tělesného složení zjistíme jaký je náš stav z hlediska zastoupení tukové hmoty (FM), či tukuprosté hmoty (FFM) a mnoha dalších parametrů. Tyto informace jsou důležité ve směru našeho záměru se svým tělem něco udělat, ať redukce hmotnosti v oblasti tukové hmoty (FM), či nabírání hmoty svalové, která se řadí do tukuprosté hmoty (FFM).

Tabulka 8 nám ukazuje doporučené hodnoty tělesného tuku (FM) u sportující populace. Jak můžeme vidět, tyto hodnoty jsou u některých sportů až příliš vysoké, jako je tomu například u cyklistiky. Dle mého názoru by toto rozpětí mělo být menší. Z tabulky také můžeme vyčíst u jakých sportů je velmi důležité nízké zastoupení tukové frakce, je tomu tak například u kulturistiky, naopak máme také sporty, u kterých je hodnota tělesného tuku na úrovni průměrné populace. Mezi tyto sporty patří baseball, golf či volejbal.

Tabulka 8. Doporučené % FM (fat mass) u sportující populace (www.sport-fitness-advisor.com)

Sport	%	Sport	%
Baseball	12-15	Veslování	6-14
Basketbal	6-12	Golf	16-20
Kulturistika	5-8	Lyžování	7-12
Cyklistika	5-15	Sprint	8-10
Fotbal (obránci)	9-12	Plavání	9-12
Fotbal (útok)	15-19	Tenis	12-16
Gymnastika	5-12	Triatlon	5-12
Skok do výšky	7-12	Volejbal	11-14
Lední hokej	8-15	Vzpěrači	9-16
Raketbal	8-13	Zápas	5-16

2.3.1 OPTIMALIZACE TĚLESNÉ HMOTNOSTI

I když mnozí lidé nemají z přebytečných kilogramů radost, většina z obyvatel ČR (64 % českých mužů a 49 % českých žen) má nadváhu, nebo jsou obézní (www.vzp.cz, 2010). Tyto výsledky vychází z hodnocení BMI u české populace. Příčiny nadváhy a obezity jsou různé, většinou nejde pouze o jeden aspekt, ale o několik aspektů, které se navzájem ovlivňují. Mezi nejdůležitější aspekty můžeme zařadit nevhodnou stravu, nedostatek pohybu, každodenní stres, genetické poruchy či nemoci. Spolu se snížením výkonnosti vede nadváha také k fyziologickým, ortopedickým a psychosociálním problémům (Tabulka 9) .

Důvodem, proč obezita vzniká, je vysoký příjem energie (přejídání) a naproti tomu nízký výdej energie (nedostatečná pohybová aktivita). Chceme-li proces vzniku obezity zvrátit, musíme snížit energetický příjem, nebo energetický výdej zvýšit, nejlépe však obojí. Pro snížení energetického příjmu nám poslouží dobře zvolená dieta. Za mírnou dietu můžeme považovat snížení kalorického příjmu o 100 kcal (krajíc chleba namazaný máslem) za den. Při udržení pohybové aktivity na konstantní úrovni zhubnete o 4,5 kg za rok (Willmore & Costill, 1994). Druhou možností je zvýšení energetického výdeje, tedy dobře zvolená pohybová aktivita.

Tabulka 9. Nejzávažnější důsledky obezity (upraveno dle Roschinsky, 2006)

Fyziologické problémy	Ortopedické problémy	Psychosociální problémy
Cukrovka	Vady v držení těla	Nižší sebedůvěra
Vysoký krevní tlak	Problémy s klouby	Nižší sebehodnocení
Zvýšená koncentrace krevních lipidů	Problémy se zády	Zhoršení pocitu pohody
Srdeční-cévní onemocnění	Problémy s koleny	Ztráta atraktivity
Dna	Problémy s kyčlemi	Diskriminace
Arteroskleróza	Bolest nohou	Různá sociální omezení (sport, oblečení)
Žlučové kameny	Snížená pohyblivost	
Rakovina	Zvýšené nebezpečí zranění	
Dušnost		

Chceme-li se zbavit nadbytečných tukových zásob, musíme vydávat energii ve větší míře, než ji přijímáme. Pro spálení 1 kg tělesného tuku je potřeba vydat 3200 kJ, tedy asi 7620 kcal. Pro představu, když se člověk rozhodne spálit 1 kg tělesného tuku za měsíc, musí denně vydat o 1000 kJ více oproti dosavadnímu způsobu života. To znamená ujít denně 4-5 km navíc oproti stávajícímu pohybovému režimu (Fialová, 2007). Jak již bylo zmíněno, při hubnutí nám pomůže dobře zvolená dieta, která nám sníží příjem energie. Těchto diet je nepřeberné množství.

Jak uvedl Svačina a Bretšnajdrová (2008), pro správnost redukční diety musíme dodržovat několik zásad. Mezi tyto zásady patří pravidelnost v jídle. Denní dávku potravy bychom měli rozdělit do 3 až 6 jídel. Poslední jídlo by mělo být mezi 18 až 21 hodinou, nejpozději však 2 hodiny před spánkem. Další ze zásad je, že by toto jídlo mělo být rozděleno rovnoměrně a nemělo by docházet k hladovění a velkým výkyvům. Dále bychom měli omezit používání kuchyňské soli, pokud dojde k porušení diety neměli bychom to vzdávat, ale dále v dietě setrvat. Je také důležité dodržovat pestrost stravy. K tomuto účelu nám poslouží výživová doporučení ministerstva zdravotnictví ČR. MZ ČR uvádí 10 kroků k pevnému zdraví (dle www.pandemie.cz):

1. Jezte vyváženou pestrou stravu založenou více na potravinách rostlinného původu.
2. Udržujte svou hmotnost a obvod pasu v doporučeném rozmezí (v dospělosti BMI 18,5 – 25 kg/m²; obvod pasu u mužů ne více než 94 cm, u žen ne více než 80 cm). Pravidelně se věnujte pohybové aktivitě (ochranný účinek na zdraví má například 30 minut, lépe však 1 hodina, nepřetržitě rychlé chůze denně).

3. Jezte různé druhy ovoce a zeleniny, alespoň 400 g denně, přednostně čerstvé a místního původu.
4. Kontrolujte příjem tuků, snižte spotřebu potravin s jejich vysokým obsahem (např. uzenin, tučných sýrů, čokolád, chipsů). Dávejte přednost rostlinným olejům před živočišnými tuky. Denně konzumujte mléko nebo mléčné výrobky se sníženým obsahem tuku.
5. Několikrát denně jezte chléb, pečivo, těstoviny, rýži nebo další výrobky z obilovin (zejména celozrnné) a brambory.
6. Nahraďte tučné maso a masné výrobky rybami, luštěninami a netučnou drůbeží.
7. Pokud pijete alkoholické nápoje, vyvarujte se jejich každodenní konzumaci a nepřekračujte denní dávku 20 g alkoholu (tj. 0,5 l piva nebo 2 dcl vína nebo 5 cl 40% destilátu).
8. Omezujte příjem kuchyňské soli, celkový denní příjem soli nemá být vyšší než 5 g (1 čajová lžička), a to včetně soli skryté v potravinách. Používejte sůl obohacenou jódem.
9. Vybírejte potraviny s nízkým obsahem cukru, omezujte sladkosti. Sladké nápoje nahraďte dostatečným množstvím nesladkých nápojů, např. vody.
10. Podporujte plné kojení do ukončeného 6. měsíce věku, poté kojení s příkrmem do 2 let věku dítěte i déle.

Jedním ze způsobů redukce hmotnosti je nárazová dieta, kterou používají sportovci pro dosažení cílové hmotnosti pro daný sport či výkonnostní třídy. Tento způsob redukce hmotnosti není ideální pro udržení cílové hmotnosti po delší dobu. Většinou po něm dojde k tzv. jo-jo efektu. Tato redukce hmotnosti je dána denním příjmem energie 500 kcal (kuře na pepři, rýže, celerový salát) nebo méně, převažuje ztráta tukuprosté hmoty (60 %) nad ztrátou tukové hmoty. Většina těchto diet je založena na příjmu vysokého množství karbohydrátů, to má za následek vysoké ztráty tekutin. S příjmem jednoho gramu karbohydrátů tělo ztrácí 3 g vody. Při vstřebání 800 g karbohydrátů už ztratíme 2,4 kg (Willmore & Costill, 1994). Po ukončení této diety doplníme vodu a opět budeme na stejné tělesné hmotnosti, což jistě není cílem, pokud chceme opravdu zhubnout.

Klesající kalorický příjem 200 – 500 kcal za den u sportovců umožní ztráty hmotnosti asi o 0,5 kg za týden, Zvláště pokud je spojena se zadaným cvičebním

programem. To je realistický cíl.... Účelem programů na hubnutí je ztratit tělesný tuk, ne tukoprostou hmotu. Kombinace omezení kalorického příjmu a cvičení je preferovaným přístupem. Kombinace zvýšené pohybové aktivity, se snížením kalorií zabraňuje ztrátě FFM. Ve skutečnosti můžeme složení těla významně měnit fyzickým tréninkem. Pravidelná cvičení mohou zvýšit FFM a snížit FM. Rozsah těchto změn se liší od použitého typu cvičení v tréninku. Cvičení s odporem podporuje zisky FFM, odpor a vytrvalostní trénink podporují ztrátu FM. Chcete-li zhubnout, měli by jste kombinovat mírný odpor a vytrvalostní trénink, se skromným omezením kalorického příjmu (Willmore & Costill, 1994).

Jak jsem již zmínil, důležitou částí redukční diety je spojení nižšího energetického příjmu s vyšším energetickým výdejem, tedy pohybovou aktivitou. Při volbě optimální pohybové aktivity musíme zohlednit jak fyzické předpoklady, věk, finanční a časové možnosti tak pohybové návyky daného jedince. Těžko budeme vášnivého cyklistu s odporem k vodě nutit k plavání. Při redukci hmotnosti je důležité, abychom od základů změnili svůj denní režim. Musíme změnit stravovací návyky a zarýt si je do každodenního režimu, nejen je dodržovat po určitou dobu, ale měla by to být změna na celý život. Stejně je to s pohybovou aktivitou. Musíme najít optimální pohybovou aktivitu, která nás bude bavit a s chutí změníme denní režim ku prospěchu této aktivity.

Nejvhodnější formou pohybu pro spalování tuku jsou vytrvalostní aktivity. Spotřeba energie při cvičení by však neměla být přeceňována. Například hraje-li osoba vážící 70 kg jednu hodinu badminton, spálí 420 kcal. Pro srovnání, 150 g smetanového jogurtu obsahuje 185 kcal a sklenice piva okolo 210 kcal. Energetická rovnováha je ve skutečnosti přece jen trochu příznivější, protože energetický výdej zůstává po náročném cvičení ještě několik hodin zvýšený (Roschinsky, 2006).

Mezi příklady vhodných aktivit pro redukci hmotnosti řadíme běh, cyklistiku, inline bruslení, běh na lyžích, kondiční chůzi, aqua-jogging, spinning, turistiku, aerobic, jógu, tanec a tenis (Fialová, 2007; Svačina & Bretšnajdrová, 2008; Roschinsky, 2006). Vhodnou aktivitu musíme volit individuálně. Pro příklad, velmi obéznímu jedinci nedoporučíme běhání, protože by pro něj mohlo mít negativní vliv v podobě

bolestí příliš namáhaných kloubů. Naopak pro něj bude vhodná například cyklistika, plavání či inline bruslení.

3 CÍL

Cílem práce je analýza a porovnání tělesného složení u studentů prvního ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pomocí přístrojů InBody 720 a Tanita BC–418 prostřednictvím metody bioelektrické impedance.

3.1 DÍLČÍ CÍLE

- Analýza vybraných somatických parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance prostřednictvím přístroje InBody 720 a Tanita BC–418 u sledovaného souboru.
- Porovnání vybraných somatických parametrů získaných přístroji InBody 720 a Tanita BC–418.
- Analýza segmentálního zastoupení tukové složky dle Tanity BC–418.
- Analýza segmentálního zastoupení svalové hmoty dle InBody 720.

4 METODIKA

4.1 SOUBOR

Výzkumný soubor tvořilo 151 mužů ve věku 19 – 24 let, u kterých bylo provedeno vyšetření tělesného složení pomocí bioelektrické impedance přístroji InBody 720 a Tanita BC-418. Jednalo se o studenty prvních ročníků navštěvující Fakultu tělesné kultury v Olomouci, kteří byli změřeni na podzim roku 2010.

4.2 ZPŮSOB MĚŘENÍ

Studenti byli předem informováni o měření tělesného složení z důvodů dodržení standardních podmínek měření. Tyto zásady jsou uvedeny níže. Studenti byli do laboratoře zváni po skupinkách v počtu 3 – 4 jedinců. Vždy po příchodu byli vyzváni k odložení oblečení, do spodního prádla. Také byli vyzváni k odložení všech kovových předmětů z těla. Zapsali jsme je do evidence a byla jim změřena tělesná výška. Poté byli postupně vyzváni k zaujetí polohy na daném přístroji, bylo jim vysvětleno, jak si mají stoupnout, přístroj uchopit a následně byli vyzváni aby chvíli stáli nehybně a uvolněně. Po změření na obou přístrojích se mohli obléci a laboratoř opustit.

Pro získání co nejpřesnějších výsledků je nutné dodržet několik zásad. Pokud je to možné, sundat si z těla vše kovové (prstýnky, řetízky, náramky, opasek, atd.) necvičit ani neprovádět žádné fyzické úkony 12 hodin před měřením, nejíst (minimálně 2 hodiny), nekoupat se ani nesprchovat se před měřením, měření podstupovat za normální teploty (20-25 °C), také po vymočení a stolici. Měření by také mělo proběhnout před polednem (www.biospace.cz).

4.3 IN BODY 720

InBody 720 je přístroj k měření tělesného složení metodou přímé analýzy segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedance (Obrázek 6). Tato použitá technologie DSM-BIA (Direct Segmental Multi-frequency) je velmi přesná, protože neměří tělo jako jeden celek ale rozděluje si ho do pěti segmentů: pravá paže, levá paže, trup, pravá noha, levá noha. V průběhu analýzy tělesného složení proběhne 30 měření impedance za použití 6 různých frekvencí (1, 5, 50, 250, 500, 1000 kHz), na všech těchto segmentech. Dále přístroj měří rezistenci a reaktanci složek tělesné impedance, za pomoci tří různých frekvencí (5, 50, 250 kHz), opět na všech pěti

segmentech. Tato technologie umožňuje přesné měření vody v těle. Tento přístroj pracuje pomocí čtyř polárního, osmi bodového systému elektrod. Dvě jsou umístěny na dlani a palci ruky, na každé z horních končetin. Dvě pak na předním segmentu nohy a na patě, na obou dolních končetinách.

Analýza udává přehled čtyř komponentů tělesného složení, a to vodu, minerální látky, bílkoviny a tuk. Přístroj InBody 720 dokáže změřit intracelulární a extracelulární vodu díky rozsahu použitých frekvencí. Nízkofrekvenčními proudy (pod 50 kHz) je měřena extracelulární voda, vysokofrekvenčními proudy (nad 200 kHz) je měřena intracelulární voda (www.biospace.cz).



Obrázek 6. Analyzátor tělesného složení In Body 720 (www.biospace.cz)

Získané parametry:

- Vnitrobuněčná voda (ICW), mimo buněčná voda (ECW), proteiny (DBM), kostní/nekostní minerály, tuková hmota (BFM), kostní a svalová hmota (Skeletal Muscle Mass, SMM), tukuprostá hmota (FFM), hmotnost
- Svalová hmota (SMM) v jednotlivých tělesných částech, procento svaloviny v jednotlivých tělesných částech
- Celkový edém a edém v jednotlivých částech těla
- Zastoupení viscerálního tuku nebo u dětí do 18 let je uveden růstový graf
- Nutriční diagnóza: zhodnocené na základě zastoupení proteinů, minerálů, tuku a edému
- Tělesná vyváženost, tělesná síla, zdravotní diagnóza
- Cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuková kontrola, svalová kontrola, stav tělesné zdatnosti, stupeň obezity

- Historie tělesného složení (výsledky 10 testů)
- Impedance v jednotlivých tělesných částech stanovené každou frekvencí zvlášť (1, 5, 50, 250, 500, 1000 kHz) (www.biospace.cz).

Z těchto parametrů jsme pro analýzu tělesného složení použili tukovou hmotu (BFM), procentuelní zastoupení tukové hmoty (%BFM), tukuprostou hmotu (FFM), svalovou hmotu (SMM), celkovou tělesnou vodu (TBW), extracelulární vodu (ECW), intracelulární vodu (ICW), viscerální tuk (VFA) a index tělesné zdatnosti (FS). Pro segmentální analýzu tělesného složení jsme použili hodnoty svalové hmoty u horních končetin, trupu a dolních končetin.

Přístroj InBody 720 poskytuje přehled o základních stavebních elementech vašeho těla. Jedná se o vodu, minerální látky, proteiny (bílkoviny) a tuk. Součet těchto základních elementů dává celkovou hmotnost lidského těla. Přístroj dokáže odhalit množství osifikujících a neosifikujících minerálních látek, což pomůže s včasným odhalením počínající osteoporózy. „InBody vám ukáže optimální hmotnostní i procentuální zastoupení tuků a svalů v těle, stejně tak i aktuální procento tuků a svalů v těle i aktuální hmotnost tuků a svalů v těle“ (www.biospace.cz). Přístroj také provádí diagnózu obezity a to na základě BMI (body mass index), PBF (procento tuku v těle) a WHR (poměr pasu a boků). Díky segmentální analýze tělesného složení vám přístroj ukáže optimální hodnotu rozložení svalů a tuků ve vašem těle. Distribuce svalové tkáně, neboli svalové dysbalance má různé příčiny. Může to být jednostranná zátěž končetiny, či zlomenina končetiny, kdy ji v době rekonvalescence nezatěžujeme a svaly na ní ochabují. Dále přístroj měří retenci vody, pokud je retence vody příliš vysoká vzniká otok, neboli EDEMA. Časté příčiny vzniku otoků jsou onemocnění jater, ledvin, zánětlivá onemocnění či špatná výživa. InBody dokáže také změřit útrobní, neboli viscerální tuk. „Tyto tuky se ukládají mezi vnitřní orgány. Jejich nadměrné množství způsobuje metabolická, ale také kardiovaskulární onemocnění“ (www.biospace.cz). Dále také přístroj InBody vypočítá bazální metabolismus (BMR), což je minimální spotřeba energie pro zachování životně důležitých funkcí. Přístroj poskytuje shrnutí těchto výsledků. Z tohoto shrnutí se dozvíme, jaká je naše cílová hmotnost, nejen to o kolik kilogramů se liší naše aktuální hmotnost, ale také jestli by tato redukce či přibírání mělo být na svalové či tukové hmotě. U všech naměřených hodnot nám přístroj

poskytuje referenční hodnoty a také nám graficky znázorňuje, kde se v těchto hodnotách nacházíme.

4.4 TANITA

Druhým použitým přístrojem k měření tělesného složení byla Tanita BC- 418 (Obrázek 7). Tento analyzátor tělesného složení poskytne hmotnost a kompletní analýzu tělesného složení za méně než 30 sekund. Podobně jako In Body 720 poskytuje Tanita segmentální analýzu tělesného složení, tělo je také rozděleno do pěti segmentů. Jednotlivé segmenty jsou analyzovány zvlášť. Tento přístroj používá nízký střídavý proud o frekvenci 50 kHz. Tato frekvence umožňuje měření pouze extracelulární vody (www.tanita.com)



Obrázek 7. Analyzátor tělesného složení Tanita BC-418. (www.tanita.com)

Pomocí rovnic, které používá Tanita BC-418, vypočítá na základě zadaných (věk, výška, pohlaví) a naměřených (impedance) parametrů tělesný tuk. Na základě těchto parametrů můžeme odvozovat další potřebné hodnoty k určení tělesného složení. Pro co největší přesnost měření je nutné dodržet stejné zásady, jako byly uvedeny u In Body 720.

Získané parametry:

- Celková tělesná voda (TBW)
- Tuková hmota (BFM), procentuální podíl tukové tkáně (% BF), tukuprostá hmota (FFM)

- Body Mass Index (BMI), bazální metabolismus (BMR)
- Segmentální analýza tukové hmoty (BFM), predikované hodnoty tukuprosté hmoty (FFM)
- Impedance v jednotlivých částech těla

Z těchto naměřených hodnot jsem vybral pro srovnání s přístrojem InBody 720 následující parametry: celkovou tělesnou vodu (TBW), tukovou hmotu (BFM), procentuelní podíl tukové hmoty (%BF). Dále jsem pro segmentální analýzu tělesného složení použil tukovou hmotu (BFM), procentuelní podíl tukové hmoty (%BF) a tukuprostou hmotu (FFM) u horních končetin, trupu a dolních končetin.

5 VÝSLEDKY

U studentů prvních ročníků Fakulty tělesné kultury UP v Olomouci jsme sledovali vybrané somatické parametry. Z naměřených individuálních hodnot jsme vypočítali základní statistické charakteristiky, mezi něž patří průměr (M.), medián (Me), minimum (MIN), maximum (MAX) a směrodatná odchylka (SD). Zaměřili jsme se především na analýzu tukové hmoty v kg, procentuálního zastoupení tukové hmoty, tukuprosté hmoty v kg, viscerálního neboli útrobního tuku v kg, celkové tělesnou vody v kg, intracelulární vody v kg, extracelulární vody v kg, indexu tělesné zdatnosti („Fitness Score“), segmentální analýzu tukové a svalové hmoty horních a dolních končetin a trupu v kg. Nezbytné pro výpočet těchto parametrů jsou také hodnoty věku, výšky a hmotnosti sledované u tohoto souboru, které jsou zaznamenány v tabulce 10.

Tabulka 10. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů.

	M.	Me	MIN	MAX	SD
Věk (rok)	20,13	20,00	19,00	24,00	1,27
Hmotnost (kg)	74,18	73,76	53,29	117,89	8,75
Výška (cm)	179,35	179,00	168,50	194,90	5,93
BMI (kg/m²)	23,04	22,68	16,18	34,15	2,30

Vysvětlivky: *BMI – index tělesné hmotnosti*

M. – průměr

Me – medián

MIN – minimum

MAX – maximum

SD – směrodatná odchylka

Průměrný věk u těchto studentů byl 20,13 let, průměrná hmotnost 74,18 kg. Průměrná tělesná výška činila 179,35 cm. Z hodnot výšky a hmotnosti InBody 720 vypočítalo hodnotu BMI, která činila 23,04 kg/m².

5.1. HODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ Z IN BODY 720

Referenční hodnoty tělesného tuku u našeho souboru se pohybují v rozmezí 8,51 ~ 17,01 kg. Náš soubor se vyznačoval průměrnou hodnotou tělesného tuku 9,08 kg, což je u dolní hranice referenčních hodnot. Podobně je tomu i u hodnot procentuálního zastoupení tukové hmoty, která činila v průměru 11,97 % tělesné

hmotnosti. Referenční hodnoty procentuelního zastoupení tukové hmoty jsou mezi 10 ~ 20 % tělesné hmotnosti. Tukuprostá hmota u našeho souboru dosáhla průměrné hodnoty 65,10 kg. Referenční hodnoty svalové hmoty se u našeho souboru studentů pohybují v rozmezí 30,40 ~ 37,17 kg. Průměrná hodnota svalové hmoty byla 37,21 kg. Optimální hodnoty viscerálního tuku jsou pod 100 %. Viscerální tuk u našeho souboru dosáhl hodnoty 43,81 %. Referenční hodnoty pro celkovou tělesnou vodu se u našeho souboru pohybují v rozmezí 39,84 ~ 48,69 kg. Průměrná hodnota celkové tělesné vody byla 47,70 kg, tedy u horní hranice referenčních hodnot. Referenční hodnoty pro intracelulární vodu se pohybují v rozmezí 24,7 ~ 30,18 kg, průměrná hodnota souboru byla 30,06 kg. Referenční hodnoty pro extracelulární vodu jsou 15,14 ~ 18,50 kg. Průměrné naměřené hodnoty extracelulární vody byly 17,64 kg. U obou hodnot extracelulární i intracelulární vody se soubor pohybuje u horní hranice, jak již naznačily výsledky měření celkové tělesné vody. U posouzení indexu tělesné zdatnosti byla u našeho souboru vypočtena hodnota 83,26, čímž se řadí k normálnímu typu (Tabulka 11).

Tabulka 11. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů získané přístrojem InBody 720

	M.	Me	MIN	MAX	SD
BFM (kg)	9,08	8,00	2,10	35,50	4,22
FFM (kg)	65,10	65,10	50,40	86,80	6,35
%BF	11,97	11,24	3,00	30,07	4,18
SMM (kg)	37,21	37,23	28,04	50,21	3,76
VFA (kg)	43,81	40,01	9,93	154,36	19,63
TBW (kg)	47,70	47,60	36,90	63,70	4,65
ICW (kg)	30,06	30,10	23,00	40,00	2,89
ECW (kg)	17,64	17,50	13,90	23,70	1,79
FS	83,26	84,00	61,00	101,00	5,62

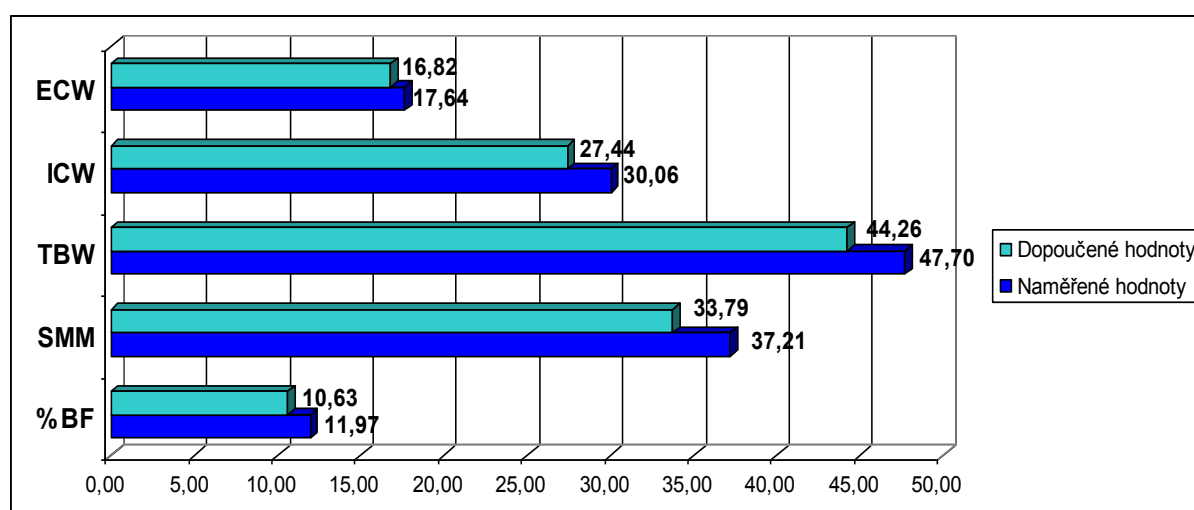
Vysvětlivky: *BFM – tuková hmota* *TBW – celková tělesná voda*
FFM – tukuprostá hmota *ICW – intracelulární voda*
%BF – procentuelní zastoupení tukové hmoty *ECW – extracelulární voda*
SMM – kosterní svalová hmota *FS – index tělesné zdatnosti*
VFA – viscerální tuk

Přístroj InBody 720 nám poskytuje také doporučené hodnoty tělesného složení (Tabulka 12). Z obrázku 8 můžeme vidět, že získané hodnoty se u našeho souboru pohybují lehce nad úrovní hodnot doporučených. Konkrétně byla v průměru získaná hodnota extracelulární vody o 0,82 kg vyšší než doporučená, hodnota získané intracelulární vody byla o 2,62 kg vyšší než hodnota doporučená, což v součtu znamená o 3,44 kg vyšší hodnota celkové tělesné vody, než byla doporučená hodnota. Doporučená hodnota tělesného tuku je o 1,64 % nižší než získaná. Získaná hodnota svalové hmoty byla vyšší o 3,42 kg než hodnota doporučená.

Tabulka 12. Základní statistické charakteristiky doporučeného složení těla získané přístrojem InBody 720

	M.	Me	MIN	MAX	SD
T%BF	10,63	10,60	9,40	12,50	0,71
TSM (kg)	33,79	33,61	29,55	40,21	2,38
TTBW (kg)	44,26	44,00	39,00	52,20	2,94
TICW (kg)	27,44	27,30	24,20	32,40	1,82
TECW (kg)	16,82	16,70	14,80	19,80	1,12

Vysvětlivky: *T%BF* – doporučené procentuelní zastoupení tukové hmoty
TSM – doporučené množství kosterního svalstva
TTBW – doporučené množství celkové tělesné vody
TICW – doporučené množství intracelulární vody
TECW – doporučené množství extracelulární vody



Obrázek 8. Doporučené hodnoty vybraných parametrů získaných přístrojem InBody 720

Nejvíce svalstva nacházíme na trupu, následují dolní končetiny a nejméně kosterních svalů zaznamenáváme na horních končetinách. Z pohledu laterality se hodnoty jeví jako vyrovnané. Průměrná hmotnost svalstva pravé horní končetiny byla 3,70 kg, u levé horní končetiny bylo v průměru svalové hmoty o 0,04 kg méně a to 3,66 kg. Na trupu jsme v průměru naměřili 28,41 kg svalové hmoty. Pravá dolní končetina měla 10,25 kg, levá dolní končetina o 0,06 kg méně a to 10,19 kg svalové hmoty (Tabulka 13).

Tabulka 13. Základní statistické charakteristiky segmentální analýzy svalové hmoty získané přístrojem InBody 720

	M.	Me	MIN	MAX	SD
RALM (kg)	3,70	3,67	2,61	5,43	0,49
LALM (kg)	3,66	3,67	2,63	5,37	0,47
TLM (kg)	28,41	28,21	22,50	38,01	2,76
RLLM (kg)	10,25	10,17	8,24	13,18	1,06
LLLM (kg)	10,19	10,11	8,16	13,18	1,07

Vysvětlivky: *RALM – svalová hmota pravé hor. kon.*

RLLM – svalová hmota pravé dol.kon.

LALM – svalová hmota levé hor. kon.

LLLM – svalová hmota levé dol. kon.

TLM – svalová hmota trupu

5.2. HODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ Z TANITY BC–418

U tohoto souboru studentů jsme dále sledovali parametry získané přístrojem Tanita BC–418. Průměrná hodnota tělesného tuku dosáhla hodnoty 9,42 kg, procentuelní zastoupení tělesného tuku pak 12,37 % tělesné hmotnosti. Průměrná hmotnost tukuprosté hmoty byla 65,06 kg. Přístroj Tanita BC–418 neposkytuje údaje o intracelulární vodě a extracelulární vodě, ale pouze o celkové tělesné vodě. Hodnota celkové tělesné vody byla 47,63 kg (Tabulka 14). Tyto naměřené hodnoty jsme srovnávali s hodnotami naměřené přístrojem InBody 720 (Obrázek 9 – 12).

Tabulka 14. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů získané přístrojem Tanita BC-418

	M.	Me	MIN	MAX	SD
BFM (kg)	9,42	8,80	1,80	36,30	4,21
FFM (kg)	65,06	65,10	50,00	84,40	6,34
%BF	12,37	12,30	2,80	30,70	4,23
TBW (kg)	47,63	47,70	36,60	61,80	4,64

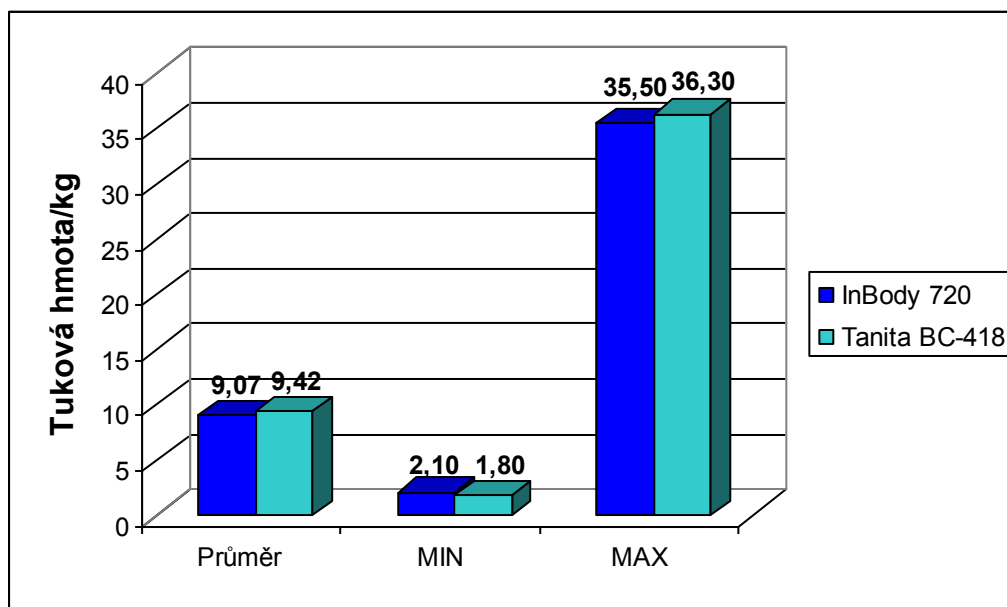
Vysvětlivky: *BFM* – tuková hmota

%BF – procentuelní zastoupení tukové hmoty

FFM – tukuprostá hmota

TBW – celková tělesná voda

Hodnoty tukové hmoty naměřené přístroji InBody 720 a Tanita BC-418 se v průměru odlišovaly o 0,35 kg, kde Tanita BC-418 vykazovala větší množství tukové hmoty. Minimální naměřené hodnoty se odlišovaly o 0,70 kg, kde více tukové hmoty naměřil přístroj InBody 720. U maximální hodnoty byl rozdíl největší a to 0,8 kg, vyšší hodnotu naměřil přístroj Tanita BC-418 (Obrázek 9).

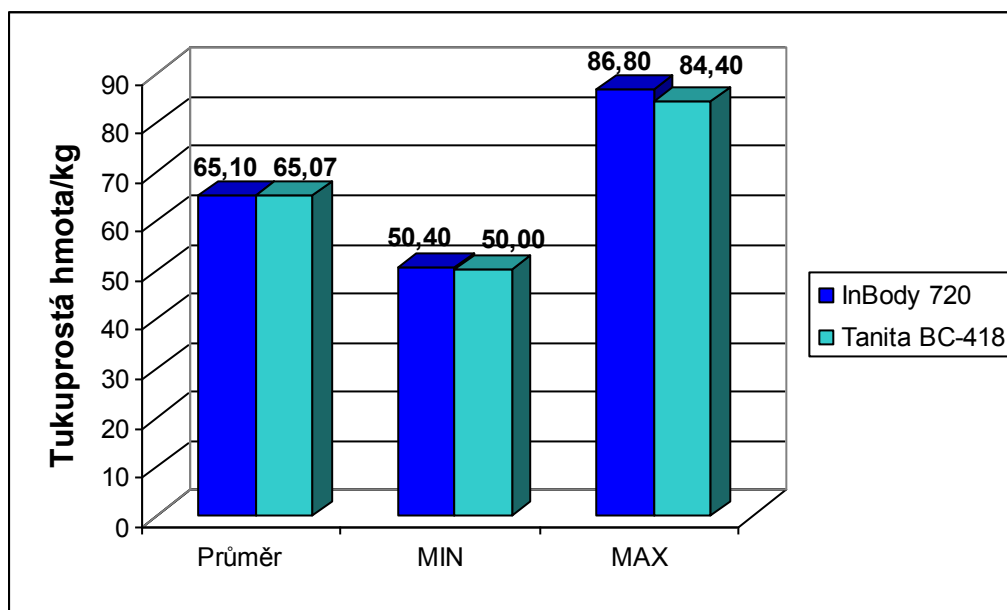


Obrázek 9. Srovnání tukové hmoty (kg) prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418

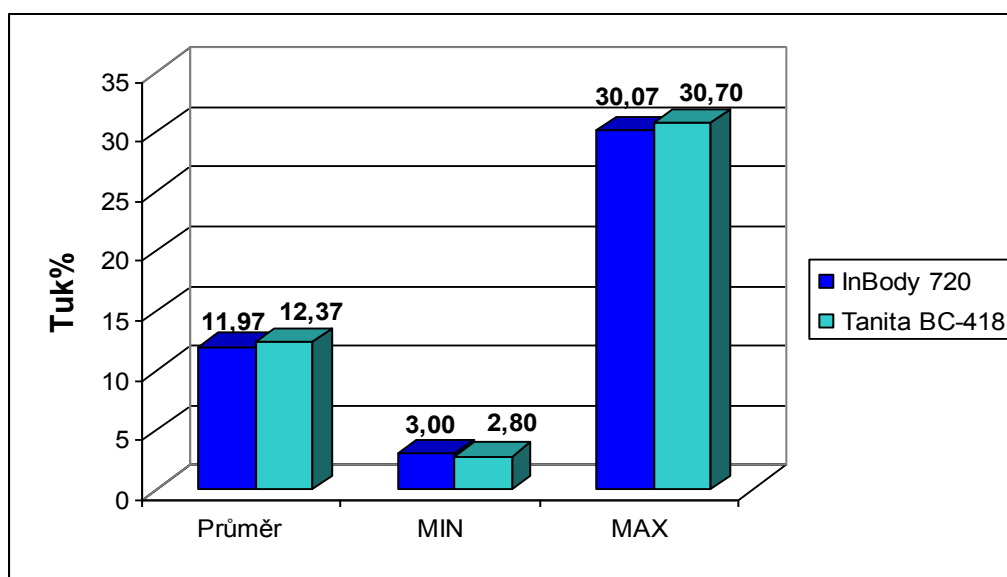
Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty získané oběma přístroji byly téměř shodné. Rozdíl v průměrných hodnotách činil 0,03 kg, u minimální hodnoty 0,40 kg, u maximální hodnoty byl tento rozdíl větší, a to 2,2 kg. Hodnoty naměřené přístrojem

InBody 720 v případě měření tukuprosté hmoty převyšovaly hodnoty naměřené přístrojem Tanita BC-418 (Obrázek 10).

Procentuelní zastoupení tukové hmoty se lišilo podobně jako zastoupení tukové hmoty. Rozdíly hodnot procentuelního zastoupení tuku získané oběma přístroji kopírovaly rozdíly hodnot tukové hmoty (Obrázek 11).

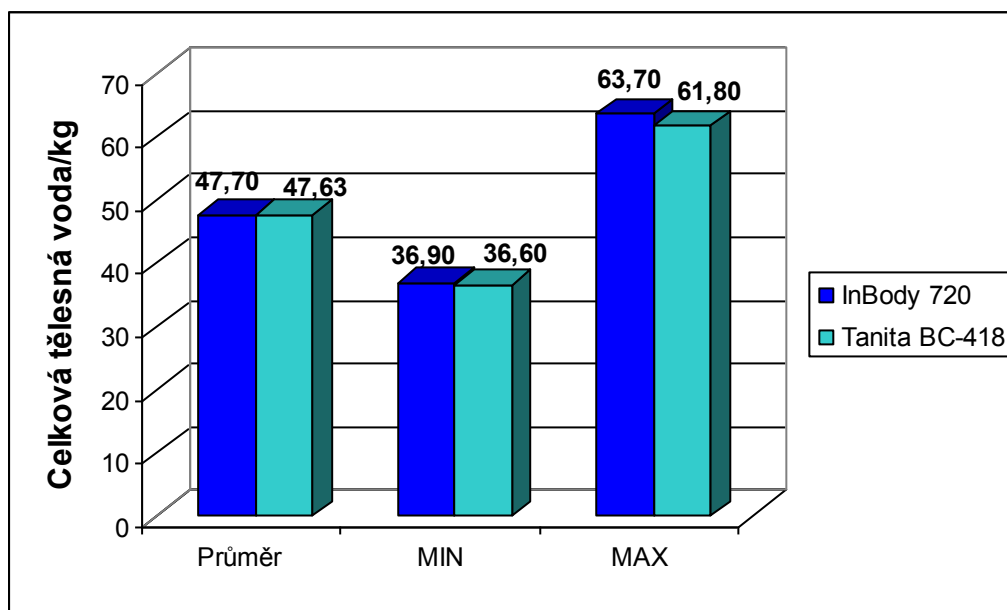


Obrázek 10. Srovnání tukuprosté hmoty (kg) prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418



Obrázek 11. Srovnání tukové hmoty (%) prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418

Poslední ze srovnávaných hodnot byla celková tělesná voda, u průměrných, minimálních i maximálních hodnot jsme se setkali s vyšším zastoupením naměřeným přístrojem InBody 720. Průměrné hodnoty byly vyšší o 0,07 kg, minimální hodnota se lišila o 0,30 kg a maximální hodnota se odlišovala nejvíce, a to o 1,90 kg (Obrázek 12).



Obrázek 12. Srovnání celkové tělesné vody (kg) prostřednictvím přístrojů InBody 720 a Tanita BC-418

Podobně jako u přístroje InBody 720 byla u Tanity BC-418 provedena segmentální analýza tělesného složení. Stejně jako u přístroje InBody 720 bylo tělo rozděleno do pěti segmentů. Mezi tyto segmenty patří pravá horní končetina, levá horní končetina, trup, pravá dolní končetina a levá dolní končetina. V každém z těchto segmentů byly naměřeny hodnoty procentuelního zastoupení tukové hmoty, a tuková hmota. Dále byla predikována tukuprostá hmota (Tabulka 15). Lze konstatovat, že větší procentuelní zastoupení tuku mají naši studenti na horních končetinách. Rozdíly můžeme také vidět mezi pravými a levými končetinami. Větší procento tuku mají naši studenti na levé dolní a levé horní končetině.

Tabulka 15. Průměrné hodnoty vybraných parametrů segmentální analýzy získané přístrojem Tanita BC-418

	%BF	BFM (kg)	FFM (kg)
PHK	14,34	0,62	3,65
LHK	15,35	0,66	3,64
TRUP	12,03	4,96	35,29
PDK	11,79	1,57	11,47
LDK	12,81	1,66	10,99

Vysvětlivky: *PHK – pravá horní končetina*

PDK – pravá dolní končetina

LHK – levá horní končetina

LDK – levá dolní končetina

TRUP - trup

6 ZÁVĚR

- Tuková složka se u studentů FTK UP v průměru pohybovala u spodní hranice referenčních hodnot; u 56,95 % studentů jsme naměřili hodnoty nižší než doporučené, pouze u 3,97 % studentů byly naměřené hodnoty vyšší než hodnoty doporučené;
- hodnota naměřené svalové hmoty u 52,98 % studentů překročila referenční hodnoty, pouze u 1,32 % studentů byly naměřené hodnoty pod úrovní hodnot referenčních;
- hodnota BMI se blížila k hranici nadváhy z důvodů vysokého zastoupení svalové hmoty u našeho souboru studentů; u 18,54 % studentů bychom z hlediska BMI museli konstatovat nadváhu, pouze 1,32 % studentů mělo z hlediska BMI podváhu;
- množství intracelulární a extracelulární vody se pohybovalo u horní hranice referenčních hodnot, tudíž se i celková tělesná vody u našeho souboru pohybovala u horní hranice referenčních hodnot;
- index tělesné zdatnosti měli naši studenti v průměru na úrovni normálního typu; 5,96 % studentů se hodnotou indexu tělesné zdatnosti zařadilo k atletickému typu, 1,32 % se naopak zařadilo ke slabému typu;
- vyšší množství procentuelního zastoupení tukové hmoty měli naši studenti na horních končetinách a to asi o 3 %; rozdíly byly také z pohledu laterality, studenti měli větší procentuelní množství tukové hmoty na levých končetinách a to asi o 1 %;
- nejvíce svalstva jsme naměřili na trupu, následovali dolní končetiny a nejméně svalstva jsme naměřili na horních končetinách; z pohledu laterality se naměřené hodnoty jeví jako vyrovnané;
- rozdíly v průměrných hodnotách sledovaných parametrů tělesného složení stanovených na základě multifunkčního měření přístroje InBody 720 a 4-kontakového přístroje Tanita BC - 418 byly u tukové hmoty 3,72 %, u tukuprosté hmoty 0,05 %, u procentuelního zastoupení tukové hmoty 3,34 % a u celkové tělesné vody 0,15 %.

7 SOUHRN

Cílem této bakalářské práce byla analýza a porovnání vybraných parametrů tělesného složení u studentů prvního ročníku Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci metodou bioelektrické impedance na základě moderní přístrojové techniky. V syntéze poznatků se věnuji definicím základních pojmů, které se vztahují ke zvolenému tématu. Dále se v této části zabývám metodami odhadu tělesného složení a s nimi spojenými modely tělesného složení. Důležitou součástí syntézy poznatků byl popis vlastní metody bioelektrické impedance, kterou jsme použili. Jsou zde zaznamenány jednotlivé funkce a podstata využití přístrojů InBody 720 a Tanita BC – 418. Na závěr bylo uvedeno využití somatodiagnostiky, zejména pak redukce hmotnosti, výživová doporučení a také vhodná pohybová aktivita, která by měla pomoci v boji proti nadváze.

Ve výzkumné části jsme přistoupili k analýze a porovnání vybraných parametrů tělesného složení dle metody bioelektrické impedance přístroji InBody 720 a Tanita BC – 418. Sledovaný soubor obsahoval 151 studentů ve věku 19–24 let. Jejich průměrný věk byl 20,13 let, průměrná výška 179,35 cm a průměrná hmotnost 74,18 kg. Segmentální měření svalové a tukové hmoty bylo prováděno přístroji Tanita BC – 418 a InBody 720. Sledovali jsme naměřené hodnoty celkové tukové hmoty, které se pohybovali u dolní hranice referenčních hodnot, stejně jako její procentuální vyjádření. Hodnoty svalové hmoty se u našeho souboru pohybovali mírně nad úrovní referenční hodnoty. Hodnoty BMI se blížily hranici nadváhy, z důvodů nízkého zastoupení tukové hmoty a vysokého zastoupení hmoty svalové jsme usoudili, že klasifikace obezity na základě BMI u našeho souboru není vhodná. Z dalších sledovaných parametrů byl hodnocen viscerální tuk, jehož zastoupení bylo na nízké úrovni. Celková, extra-a intracelulární voda se pohybovala u horních hranic referenčních hodnot. Dále byl přístrojem InBody 720 vypočítán index tělesné zdatnosti, kterým se naši studenti zařadili k normálnímu typu.

Díličními cíli práce bylo porovnání vybraných somatických parametrů získaných oběma přístroji, segmentální analýza tukové složky a svalové hmoty. Nejvíce svalové hmoty měli naši studenti na trupu, následovaly dolní končetiny a nejméně kosterních svalů jsme naměřili na horních končetinách. Největší procento tukové hmoty bylo naměřeno na dolních končetinách. Rozdíly v naměřených hodnotách mezi přístroji InBody 720 a Tanita BC–418 byly velmi malé, v řádech několika procent.

Po přečtení této bakalářské práce by měl čtenář pochopit a být schopen definovat pojmy jako je tělesné složení či somatodiagnostika. Měl by získat určitý nadhled nad touto problematikou a umět jej kdykoliv prakticky využít. Dále by měl získat obrázek o tělesném složení studentů s vyšším objemem a intenzitou pohybové aktivity.

8 SUMMARY

The aim of this bachelory thesis was to analyze and compare selected parametres of the body composition of first-year student of the Faculty of Physical Culture Palacky University in Olomouc, with the method of bioelectrical impedance based on modern instrumentation. The synthesis of knowledge is devoted to definitions of basic concepts relating to the chosen topic. Furthermore, this section deals with methods of estimating body composition and related models of body composition. An important part of the synthesis of the findings was the description of his own methods of bioelectrical impedance, which we used. There are reported to the function and nature of the use of devices InBody 720 and Tanita BC-418. At the conclusion stated body composition diagnostic use, particularly weight reduction, dietary recommendations and appropriate physical activity, which should help in the fight against obesity.

In the research part, we proceeded to the analysis and comparison of selected parameters of body composition by bioelectrical impedance device, the method of InBody 720 and Tanita BC-418. The investigated sample consisted of 151 students aged 19-24 years. Their average age was 20.13 years, mean height of 179.35 cm and average weight 74.18 kg. Segmental measurements of muscle and fat mass was performed device Tanita BC-418 and InBody 720. We followed the measured values of total fat mass, which ranged from the lower limit of reference values, as well as its percentage terms. The values of the muscular mass of our sample was slightly above the reference value. BMI overweight limit is approached, because of the low representation of fat mass and high muscle mass representation, we concluded that the classification of obesity based on BMI in our sample is not appropriate. The other investigated parameters was evaluated by visceral fat, whose representation was low. Total, extra-and intracellular water was moving at the upper limits of reference values. Furthermore, the device was calculated InBody 720 index of fitness, which our students ranked the normal type.

Other objectives of the study was to compare selected somatic parameters obtained with both devices, segmental analysis of fat and muscle components. Most muscle mass have our students on the trunk, followed by the leg and at least skeletal muscles was obtained is in the upper extremities. The largest percentage of fat mass was measured on the lower extremities. Differences in measured values between

devices InBody 720 and Tanita BC-418 were very small, in the order of several percent.

After reading this work the reader should understand and be able to define concepts such as body composition. He should get an overview of this issue and know how to use it whenever practical. Furthermore, should get a picture of the student body composition with greater volume and intensity of physical activity.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

Anonymous, (2011). V České republice je 55 % lidí s nadváhou a obezitou. Retrieved 25. 2. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.vzp.cz/klienti/aktuality/pruzkum-obezity-2011>

Anonymous, (n. d.). Retrieved 16. 2. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.bodystat.cz>

Anonymous, (n. d.). Retrieved 16. 2. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.tanita.cz>

Anonymous (n. d.). Retrieved 28. 2. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.pandemie.cz>

Anonymous (n. d.). Retrieved 15. 3. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.biospace.cz>

Anonymous (n. d.). Retrieved 16. 3. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.tanita.com>

Anonymous, (n.d.). Body Fat Percentage: What Gets Measured Gets Manager. Retrieved 22. 2. 2011 from the Word Wide Web:

<http://www.sport-fitness-advisor.com/bodyfatpercentage.html>

Anonymous, (n.d.). Přístroje BIA. Retrieved 16. 2. 2011 from the World Wide Web:

<http://www.inbody.cz>

Anonymous (n. d.). Retrieved 20. 1. 2011 from the World Wide Web:

<http://apps.who.int>

Anonymous (n. d.). Vyšetření DEXA odhalí řídnití kostí. Retrieved 5. 2. 2011 from the World Wide Web: <http://www.osteoporoz.cz>

Bunc, V., Cingálek, R., Moravcová, J., & Kalous, J. (2001). Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou. *Pohyb a zdraví : 2. mezinárodní konference pořádaná Fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod záštitou ICSSPE, Olomouc, 15.-18. září 2001*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Bunc, V., a kolektiv. (2000). Estimation of body composition by multifrequency bioimpedance measurement in children. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 904, pf. 203 – 204.

Fialová, L. (2007). *Jak dosáhnout postavy snů : možnosti a limity korekce postavy : pohyb a postava, výživa a udržení hmotnosti, lékařské zákroky a kosmetická péče*. Praha : Grada Publishing

Heller, J., Nejedlá, G., Bunc, V., & Tobolková, I. (2001). Srovnání různých metod pro stanovení tělesného složení. *Pohyb a zdraví : 2. mezinárodní konference pořádaná Fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod záštitou ICSSPE, Olomouc, 15.-18. září 2001*. Olomouc: Univerzita Palackého.

Heyward, V. H., & Wagner D. R. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics

Heymsfield, S. B., Waki, M., Kehayas, J., a kolektiv. (1991). Chemical and elementar analysis of humans in vivo using improved body composition models. *Am. J. Physiol.* Vol. 261, s. E 190 – 198.

Kinkorová, I., Heller, J., & Moulis, J. (2009). *Možnosti využití vybraných metod pro stanovení tělesného složení u dětí v období puberty*. Vol. 39 Issue 1, p49 10p. Retrieved 15. 1.2011 from SPORTDiscus with Full Text on the World Wide Web: <http://search.ebscohost.com>

Malina, J., a kolektiv. (2009). *Antropologický slovník, aneb, Co by mohl o člověku vědět každý člověk: (s přihlédnutím k dějinám literatury a umění)*. Brno: Akademické nakladatelství CERM

Mastná, B. (1999). *Nadváha a obezita*. Praha: Triton.

Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Med. Sport Boh Slov*, sv. 7(1), 1 – 6.

Pařízková, J. (1973). *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: AVICENUM

Pařízková, J. (1962). *Rozvoj aktivní tělesné hmoty u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství.

Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Hanex

Roche, F. A, Heymsfield, S. B., & Lochman, T. G. (1996) *Human body composition*. Champaign, IL: Human Kinetics

Rokyta, R. et al. (2000). *Fyziologie : pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV nakladatelství

Roschinsky, J. (2006). *Hubneme cvičením a správnou výživou*. Praha : Grada Publishing

Svačina, Š., Bretšnajdrová, A. (2008). *Jak na obezitu a její komplikace*. Praha : Grada Publishing

Thomas, B. J., Cornish, B. H. & Ward, L. C. (1992). *Bioelektrická impedanční analýza pro měření objemů tělesných tekutin: shrnutí*. *J. Clin. Eng.*, vol. 17, s. 505.

Ulbrichová, M. (1984). *Frakcionace hmotnosti těla z hlediska sportovních pohybových činností*. Praha: VÚT FTVS UK

Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, Ill. : Human Kinetics

Wolf, J., Albrecht, M., Bureš, Z., & Křivohlavý, J. (1977). *ABC člověka*. Praha: ORBIS