

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Fakulta tělesné kultury

**VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ U STUDENTEK OBORU
FYZIOTERAPIE A TĚLESNÉ VÝCHOVY FTK UP**

Diplomová práce
(bakalářská)

Autorka: Bc. Lenka Plevová, učitelství pro základní školy
tělesná výchova – společenské vědy

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

Olomouc 2012

Jméno a příjmení autora: Bc. Lenka Plevová

Název závěrečné písemné práce: Vybrané charakteristiky tělesného složení u studentek oboru Fyzioterapie a Tělesné výchovy FTK UP

Pracoviště: Katedra přírodních věd v kinantropologii

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

Rok obhajoby: 2012

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá tělesným složením studentek FTK UP Olomouc oboru Fyzioterapie a oboru Tělesná výchova a sport. Snahou bylo analyzovat a porovnat vybrané charakteristiky tělesného složení těchto souborů. Měření byla provedena na základě metody bioelektrické impedance pomocí přístroje InBody 720. Sledované soubory se od sebe nikterak významně nelišily. V porovnání s průměrnou českou populací dosahují oba soubory normálních hodnot, za odlišnou lze označit tukovou složku, která dosahuje u obou souborů nižších hodnot.

Klíčová slova: frakcionace tělesné hmotnosti, tuková hmota, tukuprostá hmota, celková tělesná voda, bioelektrická impedance, InBody 720.

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Bc. Lenka Plevová

Title of the thesis: Selected characteristics of body composition of the female students of Department of physiotherapy and Physical Education and Sport at FPC UP

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

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

The year of presentation: 2012

Abstract: This bachelor thesis deals with a physical composition in female students of Department of Physiotherapy and Department of Physical education and sport at Faculty of Physical Culture, Palacký University in Olomouc. The aim was to analyze and compare selected characteristics of body composition of these files. Measurements were made on the basis of the method using bioelectrical impedance by the InBody 720 device. Viewed files were not significantly different from each other. In the comparison with average population of the Czechs people are both of these files achieve normal values. Fat component can be marks as different due to lower values in both groups.

Keywords: fractionation of body weight, body fat, fat free mass, total body water, bioelectrical impedance method, InBody 720.

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

Prohlašuji, že jsem závěrečnou písemnou práci zpracovala samostatně s odbornou pomocí Doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 27. 4. 2012

Děkuji Doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D., za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování závěrečné písemné práce a Renatě Slezákové za technickou podporu při zpracování dat. Diplomová práce byla řešena v rámci výzkumného grantu číslo 6198959221 pod názvem „Pohybová aktivita a inaktivita obyvatel České republiky v kontextu behaviorálních změn“.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	SYNTÉZA POZNATKŮ	10
2.1	Pohybová aktivita oborů Tělesná výchova a Fyzioterapie	10
2.2	Dospělost	11
2.3	Žena a sport	11
2.4	Tělesné složení	13
2.4.1	Historie tělesného složení	14
2.4.2	Metody odhadu tělesného složení	15
2.4.3	Hodnocení vícesložkového modelu tělesného složení	19
2.4.4	Laboratorní metody pro zjišťování složení těla	20
2.4.5	Tuk	21
2.4.6	Tukuprostá hmota (FFM)	24
2.4.7	Celková tělesná voda (TBW)	24
2.4.8	Buněčná hmota (BCM)	25
2.5	Tělesné složení studentek FTK UP	26
2.6	BMI (Body mass index)	26
3	CÍLE	27
4	METODIKA	28
4.1	Výzkumný soubor	28
4.2	Přístroj InBody 720	28
4.3	Postup správného měření	30
4.4	Zpracování dat	31
5	VÝSLEDKY	32
6	DISKUSE	39
7	ZÁVĚRY	41
8	SOUHRN	42

9	SUMMARY	44
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	46

1 ÚVOD

Lidské tělo je složeno z vody, lipidů, proteinů a minerálních látek. Množství jednotlivých „stavebních kamenů“ je u každého člověka jiné. Lidé se od sebe odlišují nejenom množstvím tuku, kostí, svalů, ale také vzájemnými poměry mezi těmito tkáněmi.

Základním kritériem pro posouzení postavy člověka je výškově-hmotnostní index (BMI). BMI je oblíbený pro svou jednoduchost, neumožňuje však přiměřeně postihnout proměnlivost a změny v zastoupení jednotlivých tělesných složek. V některých případech může být výsledek značně zkreslený. Výpočet BMI není například vhodný pro jedince s vysokým podílem svalové hmoty, neboť svaly mají vyšší hmotnost než tuk. Takový jedinec by se nám mohl nesprávně jevit jako obézní.

Objektivnějším kritériem než Body mass index je procentuální zastoupení tělesného tuku (%BF). Hodnocení tělesného složení se v současnosti opírá především o biochemické a biofyzikální metody. Metod pro odhad tělesného složení je hned několik. Za „zlatý standard“ bývá označována metoda denzitometrie. Mnohé využití skýtá také duální rentgenová absorpciometrie (DXA), která má však vysoké pořizovací náklady.

Za cenově dostupnou metodu, přesnou a neinvazivní můžeme považovat bioelektrickou impedanci. Je založena na principu rozdílné vodivosti tělesných tkání při průchodu elektrického proudu. 50-70 % lidského organismu tvoří voda, která je elektrickým vodičem. Naproti tomu tuková hmota má vlastnosti jako izolant. Pomocí elektrického proudu nízké frekvence měříme dva parametry – impedanci a reaktanci. Čím více tukové složky měřená osoba má, tím větší odpor vůči elektrickému proudu naměříme (Gába et al., 2011; Biospace, 2009).

Znalost tělesného složení ocení sportovci, s jejíž pomocí si mohou kontrolovat účinky tréninku. Uplatnění nachází také při analýze stravovacích návyků a účinnosti diet. Analýza tělesného složení nás může varovat před nadváhou a obezitou, v současné době je také spojena s nemocemi jako je anorexie, AIDS či dialýza.

Na správné tělesné složení má vliv zejména pohybová aktivita, dále potom správné výživové zvyklosti, v neposlední řadě také genetické předpoklady (Nutricoach, 2012).

V této práci jsou zpracovány výsledky měření dvou souborů pomocí bioelektrické impedance zastoupené přístrojem InBody 720. Prvním souborem jsou studentky Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci oboru Fyzioterapie, druhý soubor tvoří

studentky oboru Tělesná výchova a sport FTK UP. U zvolených souborů jsme analyzovali a porovnali vybrané charakteristiky tělesného složení jako je tělesný tuk, viscerální tuk, tukuprostá hmota, celková tělesná voda, dále pak Body mass index, index tělesné zdatnosti, apod. U studentek Tělesné výchovy jsme předpokládali, kvůli výraznější pohybové aktivitě, vyšší průměrnou hodnotu tukuprosté hmoty a nižší procento hmoty tukové.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Pohybová aktivita oborů Tělesná výchova a Fyzioterapie

Na fakultě tělesné kultury UP v Olomouci lze tělesná výchova studovat v kombinaci s jiným aprobačním předmětem na pedagogické, filosofické, přírodovědecké či Cyrilometodějské fakultě nebo jako jednooborové studium Tělesná výchova a sport (TVS).

Studijní obor Tělesná výchova zabezpečuje přípravu teoreticky i prakticky zdatných odborníků pro vykonávání pedagogického asistentství učitele na základních školách. U absolventů se předpokládá pokračování v navazujícím magisterském studijním oboru.

Obor TVS připravuje specialisty realizátory, animátory sportovních a tělovýchovných aktivit. Připravuje odborníky způsobilé plnit funkci pedagogického asistenta, organizovat volnočasové aktivity pohybového charakteru na úrovni škol, mimoškolních zařízení, center prevence negativních jevů apod.

Studijní obor Fyzioterapie je zaměřen na poruchy funkce pohybového aparátu různé etiologie. Připravuje absolventy pro vykonávání zdravotnického povolání v oblasti diagnostiky a terapie poruch funkcí pohybového a nervového systému a poskytování kvalifikované fyzioterapeutické péče v rámci rehabilitace osobám s různými typy onemocnění.

Studentky oboru Tělesná výchova absolvují v prvních čtyřech semestrech bakalářského studia minimálně 4,5 hodiny pohybové aktivity týdně. Tato pohybová aktivita je v rámci povinných předmětů (statut A). Kromě toho je student povinen absolvovat lyžařský kurz, turistický kurz a kurz pobytu v přírodě. Studenti si volí v rámci povinně volitelných předmětů (statut B) a volitelných (statut C) další předměty sportovního zaměření. Ve třetím ročníku studia je pohybová aktivita nižší, v průměru jenom 1,5 hodiny týdně. Uvedené hodnoty představují minimum tělesného pohybu studenta tělesné výchovy. V rámci pohybové aktivity musíme brát v úvahu i trénink na zápočty či zkoušky, případné opětovné zapsání předmětu při jeho neúspěšném splnění a podobně.

Studentky fyzioterapie mají sportovních aktivit ve studijním plánu výrazně méně. Povinným předmětem zaměřeným na pohybovou aktivitu je pouze Kurz pobytu v zimní přírodě realizovaný v prvním ročníku (Portál Univerzity Palackého, 2009).

Z důvodu vyššího tělesného zatížení studentek tělesné výchovy usuzujeme, že budou mít nižší hodnoty tělesného tuku, vyšší obsah svalové hmoty a tělesné tekutiny než studentky fyzioterapie. Z náplně oborů se však nedozvíme, zda a do jaké míry studentky

provozují pohybovou aktivitu ve volném čase nebo v rámci volitelných předmětů na fakultě. Tato informace by se dala zjistit pomocí dotazníkového šetření, které však nebylo cílem této práce.

2.2 Dospělost

Dospělost (adultus) je základní antropologický pojem, který nelze jednoznačně vymezit. V literatuře se objevují jeho různá členění.

Z hlediska Ústavy ČR rozlišujeme dospělost pasivní (18 let) a aktivní (21 let) (Palán, 2011).

V psychologii bývá za základní kritérium pro dosažení dospělosti uváděno dosažení osobní zralosti. Kuric (2001) dělí dospělost do tří stádií. Stádium rané dospělosti (20–30 let), stádium plné dospělosti (30–45 let), stádium starší dospělosti (45–60 let).

Mladý dospělý je schopen převzít osobní i společenskou zodpovědnost, začíná být ekonomicky nezávislý, u studentů VŠ k tomuto dochází později, dokáže samostatně pracovat a spolupracovat bez zbytečných konfliktů, je přizpůsobivý, rozvíjí své zájmy, se svým partnerem navazuje trvalejší vztah, je schopen vychovávat své potomky. Výčet těchto vlastností je však jakýmsi ideálem, ke kterému by měl mladý dospělý směřovat (Farková, 2009).

Riegerová, Přidalová a Ulbrichová (2006) rozdělují dospělost do pěti stádií. Juvenis (15–18 let), adultus (18–30 let), matus 1 (30–45 let), matus 2 (45–60 let), presenilis (do 75 let).

Dvacátá léta jsou obdobím největší tělesné síly, energie, elánu a robustního zdraví. Tělesná konstrukce ještě mohutní a upevňuje se. Svalová síla je na vrcholu v 25 letech. Ještě roste zřejmě i výkonnost mozku, neboť jeho váha se nepatrně zvyšuje a zvětšuje se plocha mozkové kůry (Farková, 2009). Dokončuje se prořezávání stálého chrupu třetím molárem. Proces involuce nastupuje již na konci dospívání. Pečlivým měřením lze zjistit nepatrný úbytek tělesné výšky, kdy meziobratlové ploténky slábnou. Také sluch a zrak nepatrně slábnou (Říčan, 2004).

2.3 Žena a sport

V minulosti byl sport pouze doménou mužského pohlaví. V posledních třiceti letech došlo k velkému nárůstu výkonnosti žen. Sportovní výsledky žen se v mnoha případech

přiblížily výkonům mužským nebo dokonce překonaly starší výkony mužů. Intenzita tréninkové jednotky se mnohdy neliší od mužské.

Mezi muži a ženami pozorujeme rozdíly ve stavbě a složení těla. Rozdíly jsou patrné v tělesné výkonnosti jak ve sportu, tak i v jiných pracovních činnostech.

Ženy mají oproti mužům více tělesného tuku. Během adolescence je tento rozdíl ještě patrnější. Nárůst tukové tkáně u žen je zapříčiněn zvýšenou hladinou estrogenu v adolescenci a dospělosti. U mužů je vyšší hladina androgenů zodpovědná za přírůstek netukových tkání aktivní tělesné hmoty, zejména svalů. Avšak absolutní hodnota zásobního tuku je u mužů i u žen přibližně shodná. Ženy mají nižší tělesnou hmotnost, proto je relativní hodnota jejich zásobního tuku vyšší. Relativní hodnota tělesného tuku závisí na množství pohybové aktivity, pohlaví a věku (Máček, 2011). Optimální množství tělesného tuku se pohybuje v rozmezí od 20 do 25 % pro ženy a od 15 do 18 % pro muže. Hodnoty vyšší než 29 % pro ženy a 23 % pro muže jsou považovány za obezitu. Hodnoty tělesného tuku nižší než 10 % u žen a 4% u mužů jsou považovány za riziko poruch stravovacích zvyklostí. Rozdílné je také hromadění tuku v těle. U mužů se nadbytečný tuk hromadí zejména v břišní oblasti (tzv. typ jablko), u žen dochází k hromadění tuku v oblasti stehen a hýždí (typ hruška). Vysoký obsah tuku v oblasti pasu představuje vyšší zdravotní rizika než tuk v oblasti boků a stehen (Havlíčková, 2004).

Ženy mají oproti mužům méně svalové hmoty. Svalová tkáň je měkčí a pružnější. Tyto vlastnosti způsobují, že svalová tkáň žen vykazuje nižší rychlost, nižší výkon a odolnost ve sportu. Svalová tkáň tvoří u žen 25–35 % celkové hmotnosti těla, u mužů 40–45 %. Maximální síla horních končetin dosahuje 50 % maximální síly mužů, síla dolních končetin 65–75 % a síla trupu 60–70 % maximální síly mužů.

Ženy vykazují méně kostní hmoty a její větší pórovitost. Obecně mají ženy delší trup, horní a dolní končetiny kratší, širší a nižší pánev. Rozdílné rozložení jednotlivých segmentů má vliv na sportovní výkon. Světové rekordy žen v běžeckých disciplínách jsou přibližně 10% za rekordy mužů (nejblíže jsou v běhu na 100 m – 8,5 %, v maratónu 12 %). Ve skoku do dálky 25 %, nejmenší rozdíly jsou v plavání (6–10 %).

Na druhou stranu ženy vykazují větší pružnost a flexibilitu, tyto schopnosti jsou uplatnitelné v rytmické gymnastice, synchronizovaném plavání, tanci apod.

Srdce ženy je absolutně i relativně menší než mužské. Krev obsahuje méně elementů a celkové množství krve je také nižší.

Ženy mají nižší maximální spotřebu kyslíku, přibližně o 25–30 % méně než muži. Průměrná hodnota maximální spotřeby kyslíku u žen ve věku 20–40 let je 28–37 ml/kg/min. U sportovkyň až 55 ml/kg/min. Dívky mají nejvyšší hodnotu v 9–10 roce života. Poté maximální spotřeba kyslíku klesá ročně průměrně o 0,5 ml/kg/min. až do věku 15 let, kdy se stabilizuje. Muži vykazují ve věku 9–15 let konstantní průběh (Juhas, 2011).

Výzkumy dokázaly, že u sportujících dívek dochází k pozdějšímu nástupu menstruačního cyklu než u dívek nespportujících. Jako příčiny se uvádí nižší procento tělesného tuku u sportovkyň a nižší hladina estrogenů a progesteronu v krvi. Po snížení intenzity tréninku dojde k obnovení normálního cyklu.

Pohybová aktivita je důležitým faktorem i v těhotenství. Ženy, které jsou v průběhu těhotenství fyzicky aktivní, zažívají jednodušší průběh těhotenství, přibírají méně na váze a vykazují menší komplikace v perinatálním období. Nebyly prokázány žádné negativní faktory související s vhodnou pohybovou aktivitou a těhotenstvím

Energetický výdej dospělých žen je cca 2000–2800 kcal. S věkem nad 30 let klesá. Při vysoké zátěži se průměrný energetický výdej zvyšuje o 500–1000 kcal v závislosti na zdatnosti, délce zátěže, typu a intenzitě sportovního výkonu. Ideální poměr sacharidů, tuků a bílkovin je u sportovců stejný jako u běžné populace (6:3:1). U sportovců by však mělo být množství přijatých složek potravy vyšší (Havličková, 2004).

Pravidelné cvičení obecně vede k poklesu tělesného tuku a zvýšení tukuprosté hmoty (FFM). Proto je PA důležitým faktorem k regulaci tělesné hmotnosti (Randáková, 2005).

2.4 Tělesné složení

Lidské tělo je dynamický systém. Je složeno z jednotlivých komponent neboli frakcí, které lze z hlediska pohybových projevů označit jako aktivní a pasivní složky. Základním morfologickým parametrem pro zkoumání lidského pohybu je tělesná hmotnost (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesné složení je v současné době chápáno z hlediska atomického, molekulárního, buněčného, tkáňového a celotělového modelu. Původně byl pohled na tělesné složení chápán jako chemický či anatomický model. Chemický model zahrnuje tuk, bílkoviny, sacharidy, minerály a vodu. Anatomický model tvoří tuková tkáň, svalstvo, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáně (Pařízková, 1998).

Složení těla je kromě pohybové aktivity ovlivněno silnou genetickou predispozicí, výživou a nemocí. Současné studie tělesného složení zaměřují svou pozornost na změny ve

složení těla během růstu, zrání a stárnutí, na změny vlivem tělesného cvičení a sportovní přípravy, ale také pro zjištění obezity a její léčby. Stanovení tělesného složení je běžnou součástí hodnocení výživových zvyklostí posouzení výkonnosti sportovce (Randáková, 2005).

2.4.1 Historie tělesného složení

Tělesným složením se zabýval již Hippokrates (460–377 př. n. l), který je považován za největšího lékaře antického Řecka i celého období starověku. Věřil, že lidské tělo obsahuje čtyři tělesné šťávy: krev, hlen, žlutou a černou žluč. Vlivem nerovnováhy některé z těchto šťáv docházelo podle něj k nemocem (Prokupek, 2011).

V letech 1850–1950 se problematikou tělesného složení zabývali němečtí anatomové a chemici: Swann, Lieblig, Fehling, Camerer, Schorner. Tělesným složením jako dvou komponentovým modelem se zabýval Siri, na jeho studie navázal Brožek, Grande a další. Později se tělesné složení zkoumalo jako tří komponentový model. Studie se prováděly na mrtvolách. Díky nim byly odvozeny tři základní metody, jedná se o denzitometrii, diluční metodu a využití izotopu ^{40}K (Pařízková, 1998).

Pojem tělesné složení úzce souvisí s fyzickou antropologií. V českých zemích vznikl obor antropologie v polovině 19. století a je spjat se jmény J. E. Purkyně, T. G. Masaryka, L. Niederleho, J. Matiegky, A. Hrdličky, V. Suka. V roce 1923 započal J. Matiegka za pomoci A. Hrdličky vydávat časopis *Anthropologie* (Česká společnost antropologická, 2012).

Profesor Jindřich Matiegka (1862–1941) byl významným antropologem, zakladatelem moderní české antropologie a ředitelem Antropologického ústavu Karlovy univerzity v Praze. Zasloužil se o vypracování metody výpočtu hmotnosti velkých tkání lidského těla (kostry, svalstva, tuku a zbytku) na základě zevních antropometrických rozměrů. Začátky české antropologie byly spojeny s výzkumem mládeže. Matiegka založil společně s Františkem Čádou Ústav pro výzkum vývoje dítěte. Ústav hodnotil tělesné a duševní vlastnosti dětí od nejtělejšího věku do dospělosti (Prokopec & Brožek, 2000).

Významným českým antropologem žijícím v USA byl také Aleš Hrdlička (1869–1943). Mezitím, co se badatelé přeli, dohadovali a vyvozovali závěry z objevů Charlese Darwina, dr. Hrdlička pilně pracoval. V roce 1903 založil Antropologické oddělení Národního muzea v USA ve Washingtonu. Podnikal mnohé studijní cesty, jejichž účelem byl průzkum obyvatelstva, jeho původu a typů. Zkoumal prastaré kosterní nálezy, Indiány, černochoy,

Eskymáky, národy ve východní Asii, v Mongolsku, na Aljašce, na Sibiři a apod. (Palivec, 1947). V roce 1927 mu byla udělena Královskou antropologickou společností v Londýně Huxleyho cena a medaile.

Asistentem dr. Aleše Hrdličky v Přírodovědeckém muzeu ve Washingtonu se stal ještě před dokončením studia dr. T. Dale Steward, jež byl významným americkým antropologem, odborníkem na lidské kosti. Později jako ředitel Přírodovědeckého muzea vybudoval síň fyzické antropologie se stovkami lebek a kostí celého těla, mumii, modelů a soch, které znázorňují vývoj lidského druhu od jeho začátků po současnost (Prokopec, 2000).

Původní model složení lidského těla popsany Matiegkou použil profesor Josef Brožek (1913–2004) a v článku o vývoji české antropologie s ním seznámil vědeckou veřejnost. Brožek se zaměřoval na nové metody umožňující měření různých tkání v těle živého člověka. Stal se členem výzkumného týmu A. Keyse. Výzkum byl zaměřen na hledání vyhovující rehabilitační diety pro osoby, které prožily hluboké hladovění. Bylo třeba přihlídnout k hmotnosti a složení lidského těla. I přes své úspěchy v oblasti antropologie strávil Brožek největší část svého vědeckého života jako profesor psychologie na univerzitě v Bethlehem (Prokopec, 1994).

Tělesnému složení se věnuje také docentka Jana Pařízková (*1931), která kompletně zpracovala problematiku podkožního tuku u dětí. Zabývá se také fyziologií výživy a pohybové aktivity (Anonymus, 2009).

2.4.2 Metody odhadu tělesného složení

Hledání ověřené metody měření tělesného složení, které jsou praktické a cenově dostupné, je úkolem pro vědce a odborníky na výživu. Standardní tabulky vycházející z údajů o věku, výšce, hmotnosti, nemusí být vždy spolehlivé. Každá z metod vykazuje určitou chybu měření. Největším úskalím pro stanovení tělesného složení jsou kromě finanční a technické náročnosti predikční rovnice. Neexistuje predikční rovnice, která by byla použitelná pro všechny skupiny populace. V rámci minimalizace chyby je důležité vybrat rovnici, která byla vytvořena ze vzorku odpovídajícího věku, pohlaví, národnosti, zdravotního stavu a úrovně pohybové aktivity měřené osoby (Kravitz & Heyward, 2009).

Antropometrie

Antropometrie zahrnuje metody pro měření různých znaků lidského těla a jejich částí. Somatometrie představuje měření velikostí na živém nebo mrtvém těle, zjišťování údajů o tkáňovém složení a funkčních ukazatelích. Zahrnuje kefalometrii (měření hlavy), měření kostí (osteometrie) a lebky s dolní čelistí (kranioimetrie). Rozměry jsou zjišťovány mezi antropometrickými body na kostře. Hlavní antropometrické znaky: výška a hmotnost těla, výška v sedě, obvod hrudníku normální a měřený při maximálním nádechu a výdechu, obvod gluteální, obvod břicha, obvod jednotlivých částí končetin, šíře ramen, pánve, průměry hrudníku, hloubka pánve, délka a šířka mozkovny, výška a šířka obličeje a výška a šířka nosu. Pro měření různých funkčních a výkonnostních ukazatelů a pro určení podílu tělesného tuku a tukuprosté hmoty se používá řada testů a zařízení (Kravitz & Heyward, 2009; Leccos, 2012).

Hojně využívanou metodou je měření tloušťky kožních řas. U nás se pro odhad tělesného složení používá nejčastěji součet deseti kožních řas podle Pařízkové a původní Matiegkova metoda. Kožní řasy se měří kaliperem. Pro odhad tělesného složení se používá řada regresních rovnic.

Pro charakteristiku tělesného složení lze použít také hodnoty obvodů lidského těla. Například výpočet poměru pas/boky (WHR), který koreluje s celkovým tukem a definuje typ rozložení tuku. Používá se také měření hodnot obvodu paže a kožní řasy nad tricepsem, pomocí rovnice se vypočítá plocha svaloviny a tuku (Pařízková, 1998; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006)).

Bioelektrická impedance (BIA)

V posledním desetiletí použití metody bioelektrické impedance pro analýzu tělesného složení prudce vzrostlo. BIA je nyní považována za jednu z náhrad nebo doplněk konvekční antropologie v polních studiích (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Historické pozadí

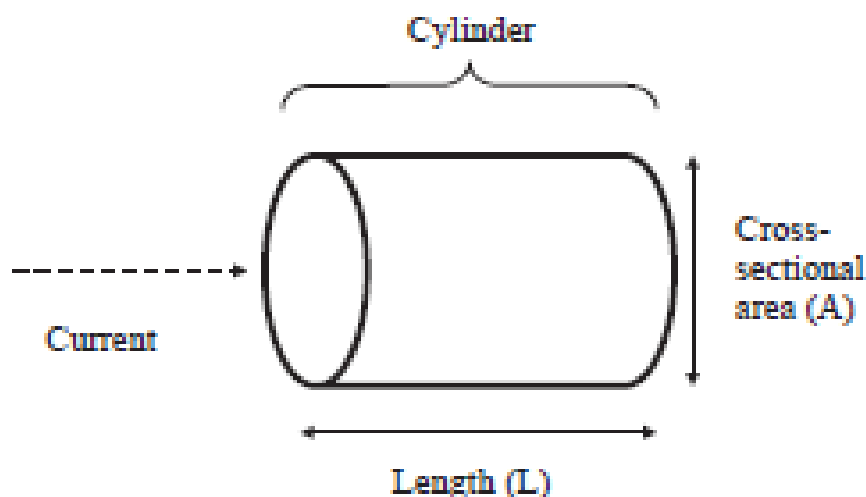
Elektrické vlastnosti tkání byly popsány v roce 1871. Tyto vlastnosti byly později popsány pro širší rozpětí frekvencí na větším rozsahu tkání, včetně tkání poškozených a mrtvých. Ve Spojených státech se stala průkopnickou práce Nyobera, která se zabývala bioelektrickým měřením impedance na biologické funkce. Nyober studoval arteriální pulzní křivky a pulzující průtok krve do orgánů s využitím elektrické impedance plethysmografií.

Thomasset použil pro měření bioelektrické impedance index celkové tělesné vody, používal dvě jehly vložené do podkoží. Hoffer et al. definoval vztah mezi celkovou tělesnou impedancí a TBW. Základy BIA byly stanoveny v roce 1970. Paleta jednotlivých frekvenčních analyzátorů BIA se pak stala komerčně dostupnou roku 1990 včetně několika multi-frekvenčních analyzátorů. Použití BIA metody se rozšířilo, neboť zařízení je přenosné a bezpečné, postup měření je jednoduchý a neinvazivní (Kyle et al., 2004; Lukaski, 1985).

Princip BIA

Technologie BIA je založena na vodivosti tkáně a na jejím odporu. Při měření přístroj aplikuje do těla proud o velice nízké intenzitě a určité frekvenci. Elektrický proud prochází lidským tělem. Podle celkového odporu (impedance), které klade proudu tělo, stanoví měřicí zařízení množství jednotlivých tělesných komponent. Aktivní tělesná hmota obsahuje velké množství vody.

Voda obsahuje elektrolyty, pomocí kterých se elektrický proud šíří. Tuk klade proudu větší odpor, jelikož obsahuje malé množství vody a je tedy špatným vodičem. Aplikace neměnného střídavého proudu nízké intenzity vyvolává impedanci vůči šíření proudu, která je závislá na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu. Hodnota odporu tkáně (bioelektrická impedance) je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází (Thomas et al., 1992; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).



Obrázek 1. Odpor délky homogenního vodivého materiálu uniformního průřezu je úměrný jeho délce a nepřímo úměrný jeho průřezu. Proto odpor $(R) = \rho L/A = \rho L/V$; a objem $(V) = \rho L/R$, kde ρ je odpor řídicího materiálu a V se rovná AL (upraveno dle Kyle et al., 2004).

Jednofrekvenční BIA

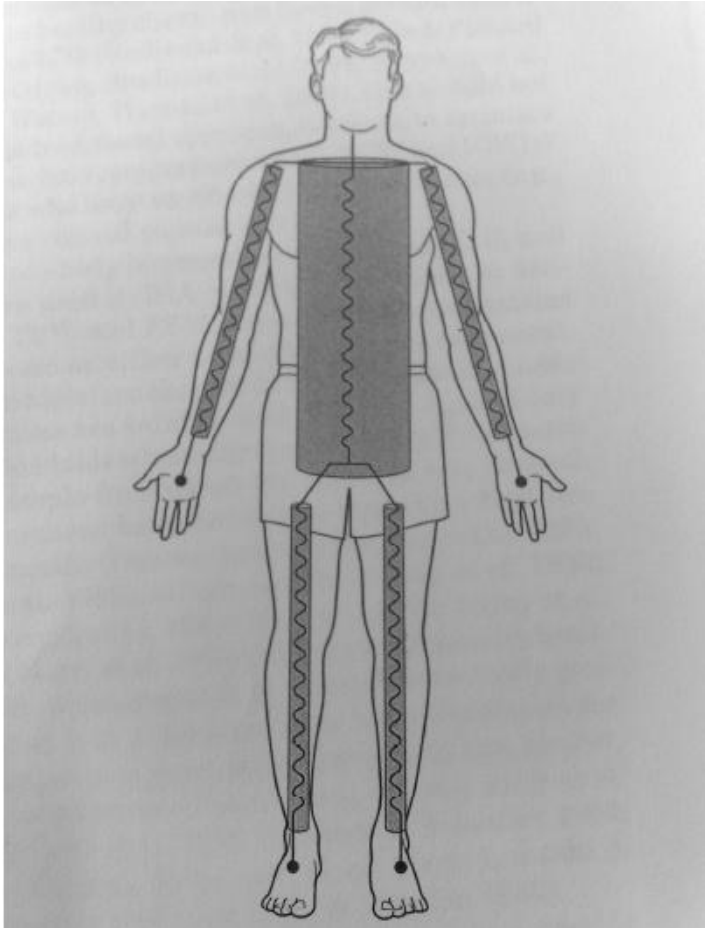
Jednofrekvenční BIA (SF-BIA) pracují obvykle s proudem o frekvenci 50 kHz. Jednofrekvenční analýza umožňuje odhadnout tukuprostou hmotu (FFM) a celkovou tělesnou vodu (TBW), ale nemůže určit rozdíly v intracelulární vodě (ICW). Nízká frekvence nedokáže projít přes plazmatickou membránu buňky, a proto nedokáže změřit intracelulární vodu. Voda, která se nachází uvnitř buněk, se nazývá intracelulární a voda nacházející se vně buněk se nazývá extracelulární. Součet intracelulární a extracelulární vody tvoří celkovou tělesnou vodu. Výsledky jednofrekvenční BIA jsou založeny na směsi teorií a empirických rovnic. Ty byly odvozeny od zdravých jedinců.

Multifrekvenční BIA

Multifrekvenční analýza provádí měření s vyšším počtem frekvencí elektrického proudu. Díky vícefrekvenční analýze dokážeme detailněji prozkoumat jednotlivé parametry lidského těla. MF-BIA používá jiné frekvence (0, 1, 5, 50, 100, 200 až 500 kHz) na vyhodnocení tukuprosté hmoty (FFM), celkové tělesné vody (TBW), intracelulární vody (ICW) a extracelulární vody (ECW). Multifrekvenční analýza dokáže zhodnotit i množství anorganických látek v těle – minerálů a přesně určit čistou svalovou hmotu. Vícefrekvenční analýza dokáže určit i množství útrobního – nitrobřišního tuku, který je důležitým rizikovým faktorem pro řadu metabolických a oběhových chorob (Kyle et al, 2004).

Segmentální analýza

Segmentální analýza rozděluje lidské tělo na pět válců (končetiny a trup). Každá část těla je měřena samostatně. Tato analýza je velmi přesná. Poskytuje segmentové měření tělesné vody a beztukové tkáně (Biospace, 2009).



Obrázek 2. Pětiválcový model lidského těla (upraveno dle Heyward & Wagner, 2004)

Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu. Záleží také na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Hodnotu tělesného složení ovlivňuje také množství svalového glykogenu, což může způsobit tělesné zatížení zejména anaerobního charakteru.

Near infrared interactance (NIRI)

NIRI je technikou určující složení těla iradiací tkání paprskem blízkým infračervenému záření. Měřená optická denzita odrážené radiace je ovlivňována specifickými absorpčními vlastnostmi zkoumané tkáně. Umožňuje hodnocení mnohoprvkového složení lidského těla – vápníku, sodíku, chloridů, fosforu a dusíku (Pařízková, 1998).

2.4.3 Hodnocení vícesložkového modelu tělesného složení

Někteří autoři používají pro měření tělesného složení více metod současně, což zpřesňuje výsledky. Například kombinace denzitometrie, hydrometrie, antropometrie a DEXA.

In vivo neutronová aktivační analýza (IVNAA)

Tato metoda je založena na iradiaci těla neutrony, tomu následuje měření typu a intenzity vysílané radiace v průběhu návratu původně destabilizovaných jader k jejich stabilnímu stavu. Pro tento účel existují dvě techniky. Zpožděná aktivační analýza a urychlená gamma analýza. Díky radiaci, délce měření a ceně přístroje, má tato metoda omezené využití.

Zobrazovací techniky

Zobrazovací techniky poskytují informaci o rozměrech jednotlivých tkání. Celotělové snímáče jsou velmi drahé, vyšetření trvá dlouho.

V případě **computerizované tomografie (CT)** je organismus vystaven určité dávce záření. CT kombinuje klasické rentgenové vyšetření s počítačovým systémem, který informace zpracovává. Snímek se tedy jednoduše neexponuje na rentgenový film, ale je matematicky spočítán a zobrazen do nejmenších detailů.

Magnetická rezonance (MRI) je schopná vyvolat silné magnetické pole, které ovlivňuje pohyb vodíkových iontů. Vodíkové ionty jsou součástí každé buňky. Nejvíce vodíku se nachází v molekule vody. Každá tkáň má jiný obsah vody a podle toho se pak zobrazuje na výstupu z rezonance. Přístroj zaznamenává signály z iontů v magnetickém poli a zpracovává údaje pomocí složité výpočetní techniky. Metoda je časově náročná, ale nevyžaduje spolupráci vyšetřovaného (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Kreatininová exkrece jakožto konečného produktu dusíkového metabolismu podává informaci o množství svalové tkáně. Pro získání přesných výsledků je potřeba měřit alespoň tři dny a dodržovat před tím určitou dietu. Sběr vzorků moči je obtížné, proto se metoda hodí spíše pro sledování v metabolické jednotce nebo v nemocnici.

2.4.4 Laboratorní metody pro zjišťování složení těla

Celková denzita těla

Předpokládá dvousložkové složení lidského organismu, tedy depotního tuku a aktivní tukuprosté hmoty. Vyhodnocení složení těla vychází z předpokladu, že denzita aktivní hmoty je 1,1 a depotního tuku 0,9. Denzitometrie je stále ve většině případů považována za metodu referenční, podle které je testována spolehlivost novějších metod. Používá se zejména hydrostatické vážení.

Hydrostatické vážení

Hydrostatické vážení je platná, spolehlivá a široce používaná technika pro hodnocení složení těla. Je založena na principu Archimédova zákona. Tento princip říká, že objekt ponořený do tekutiny ztrácí část hmotnosti odpovídající hmotnosti tekutiny, která je vytlačena objemem objektu. Tento princip se používá pro odhad tělesného objemu a hustoty těla. Vzhledem k tomu, že tuk má nižší hustotu než svaly nebo kosti, tlustší jednotlivci budou mít nižší celkovou tělesnou hustotu než štíhlejší osoby. Osoba pod vodou, musí vydechnout vzduch z plic úplně. Reziduální objem plic lze určit pomocí řady laboratorních technik, ty jsou často odhadovány pomocí rovnic (Kravitz & Heyward, 2009). Pro přesné výsledky se měří objem vzduchu v plicích a dýchacích cestách pomocí luční metody dusíkové nebo helia. Tato metoda relativně laciná nepředstavuje zdravotní riziko. Metodou nelze měřit malé děti nebo starší lidi, nemocné či ty, kteří nejsou schopni spolupracovat při vážení pod vodou.

DXA – Duální roentgenová absorpciometrie

DXA je zobrazovací technika měřící diferenciální ztenčení dvou Rtg paprsků, které procházejí organismem. Tato metoda rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, které dále rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu. Výsledkem měření je tělesné složení celého těla i jednotlivých segmentů. Délka měření je 5–20 min. podle druhu přístroje. Nevýhodou je, že nelze vyšetřit obézní nebo příliš vysoké jedince, neboť snímací plocha je 60 x 190 cm. Pořizovací cena přístroje je vysoká.

Měření celkového tělesného draslíku (K)

K^+ se vyskytuje pouze v aktivní tukuprosté tělesné hmotě v konstantní koncentraci, z výsledků měření K^+ lze tedy vypočítat její množství v těle. Přesnost měření ovlivňuje velikost vyšetřovaného subjektu. Nejsou známa žádná zdravotní rizika. Nevýhodou je vysoká cena celotělového počítače či nutnost časté kalibrace (Pařízková, 1998; Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.4.5 Tuk

Tělesný tuk je nejvíce variabilní složkou těla. Poskytuje tělu ochranu a slouží jako izolátor pro zachování tělesného tepla. Tuk je bohatou zásobárnou energie, je nezbytný pro zdravý vývoj. Každá buňka v lidském těle obsahuje množství tuku, mozek je z nich tvořen

dokonce ze 70 %. Tuk je transportním systémem pro důležité vitaminy - ADEK (Kravitz & Heyward, 2009).

Vztah mezi podkožním a vnitřním tukem nemusí být stejný pro všechny jednotlivce a může kolísat v průběhu životního cyklu.

Vysoké množství podkožního tuku obecně vede k obezitě. S obezitou jsou spojeny kardiovaskulární onemocnění, zažívací a ortopedické obtíže či společenská diskriminace.

Závažným faktorem je také extrémně nízké procento tělesného tuku, které může zejména u žen způsobit nedostatek energie, menstruační potíže, oslabení kostí (Sportvital, 2010; Obezita, 2009).

Optimální hodnoty tělesného tuku vyjadřují tabulky 1, 2 a 3. Jednotlivé hodnoty se mírně liší, v závislosti na citovaném zdroji. Tabulka 1 vyjadřuje procentuální hodnoty tělesného tuku průměrné populace s ohledem na věk. Tabulka 2 se zaměřuje na procentuální vyjádření hodnot tělesného tuku u sportovců. Sportovci mají obecně méně tělesného tuku než nesportující populace, to však závisí na zvoleném sportovním odvětví. Z tabulky 2 můžeme například vyčíst, že atleti vrhači nespĺňují normu, co se procentuálního zastoupení tělesného tuku týče. Tabulka 3 podle Havlíčkové et al. vyjadřuje obecné hodnoty a nebere zřetel na věkové zvláštnosti.

Tabulka 1. Procento tělesného tuku průměrné populace (upraveno dle Sportvital, 2010)

Věk (v letech)	do 30 let	30–50	50+
Ženy	14–21 %	15–23 %	16–25 %
Muži	9–15 %	11–17 %	12–19 %

Tabulka 2. Průměrné procento tělesného tuku sportovců (upraveno dle Sportvital, 2010)

Sport	Muži	Ženy	Sport	Muži	Ženy
Baseball	12–15 %	12–18 %	Veslování	6–14 %	12–18 %
Basketbal	6–12 %	20–27 %	Atl. Vrhači	16–20 %	20–28 %
Body building	5–8 %	10–15 %	lyžaři běh	7–12 %	16–22 %
Cyklistika	5–15 %	15–20 %	Atl. Sprint	8–10 %	12–20 %
Am. Fotbal (zad.)	9–12 %	–	Plavání	9–12 %	14–24 %
Am. Fotbal (útoč.)	15–19 %	–	Tenis	12–16 %	16–24 %
Gymnastika	5–12 %	10–16 %	Triatlon	5–12 %	10–15 %
Atletika skoky	7–12 %	10–18 %	Volejbal	11–14 %	16–25 %
Lední hokej	8–15 %	12–18 %	Vzpírání	9–16 %	–
Raketbal	8–13 %	15–22 %	Wrestling	5–16 %	–

Tabulka 3. Procentuální hodnoty tělesného tuku (upraveno dle Havlíčkové et al., 2004)

Klasifikace	Ženy (% tuku)	Muži (% tuku)
Doporučené normy	14–18	6–8
Základní tuk	10–12	2–4
Vytrvalci	14–16	6–8
Vrcholoví sportovci	17–20	10–13
Trénovaní jedinci	21–24	14–17
Universitní studenti	20–27	12–17
Sport. osoby středního věku	20–25	15–20
Nesport. osoby středního věku	25–35	20–25
Hraniční hodnoty tuku	25–29	18–22
Obézní jedinci	Více než 30	Více než 23

Snížení procenta tělesného tuku se dá docílit úpravou stravovacích návyků či pravidelnou pohybovou aktivitou zejména aerobního zastoupení. Správná strava a pohyb by měly jít ruku v ruce. Jedno bez druhého se pro odstranění přebytečného tělesného tuku těžko obejde a redukce tuku by měla být kompletní, aby byla dosažená hmotnost udržena dlouhodobě. (Biospace, 2009).

2.4.6 Tukuprostá hmota (FFM)

FFM tvoří kostra, svalstvo a ostatní tkáně. Je variabilní, závislá na věku, pohybové aktivitě a dalších faktorech. 60 % tukuprosté hmoty tvoří svalstvo, 25 % opěrné a pojivové tkáně, 15 % hmotnost vnitřních orgánů. Rozlišujeme tři typy svalstva: příčně pruhované (kosterní), hladké a srdeční.

K největšímu rozmachu kosterního svalstva dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců a kolem 13. roku u dívek. Největšího rozvoje tukuprosté hmoty dochází mezi 12. a 16. rokem. Vyšších hodnot FFM dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní, nejvyšších hodnot dosahují vrcholoví sportovci, především v silových sportech. Žena, která intenzivně sportuje, může dosáhnout vyšších hodnot svalstva než nespportující muž. Mezi faktory, které ovlivňují adaptaci na pohybovou zátěž, patří počáteční stupeň tréninku, pohlaví, celkové množství a distribuce tuku, věk, genetická výbava. Hmotnost kostry u novorozenců se udává 3 %, u dospělých 6–7 %. Na těchto vývojových změnách se podílejí změny poměru kostní tkáně k chrupavce v průběhu maturace skeletu. Postupně dochází k náhradě chrupavky obsahující malé množství vápníku kostní tkáně, která je bohatá na vápník. Obsah minerálů v kostech a kostní denzitu významně ovlivňuje pohybová aktivita (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

2.4.7 Celková tělesná voda (TBW)

Celková tělesná voda je největší komponentou (73 %) tukuprosté hmoty. Má schopnost vést elektrický proud, který je základem pro bioelektrickou impedanci. TBW se skládá z extracelulární vody (ECW), která tvoří 44 % TBW a z intracelulární vody (ICW), která tvoří zbývajících 29 % TBW. Obsah TBW se mění s věkem. U novorozenců tvoří voda 80 % celkové tukuprosté hmoty, u desetiletých dětí 75 %, u zdravých dospělých jak již bylo zmiňováno 73 %, s narůstajícím věkem se obsah vody postupně snižuje (Kyle et al., 2004).

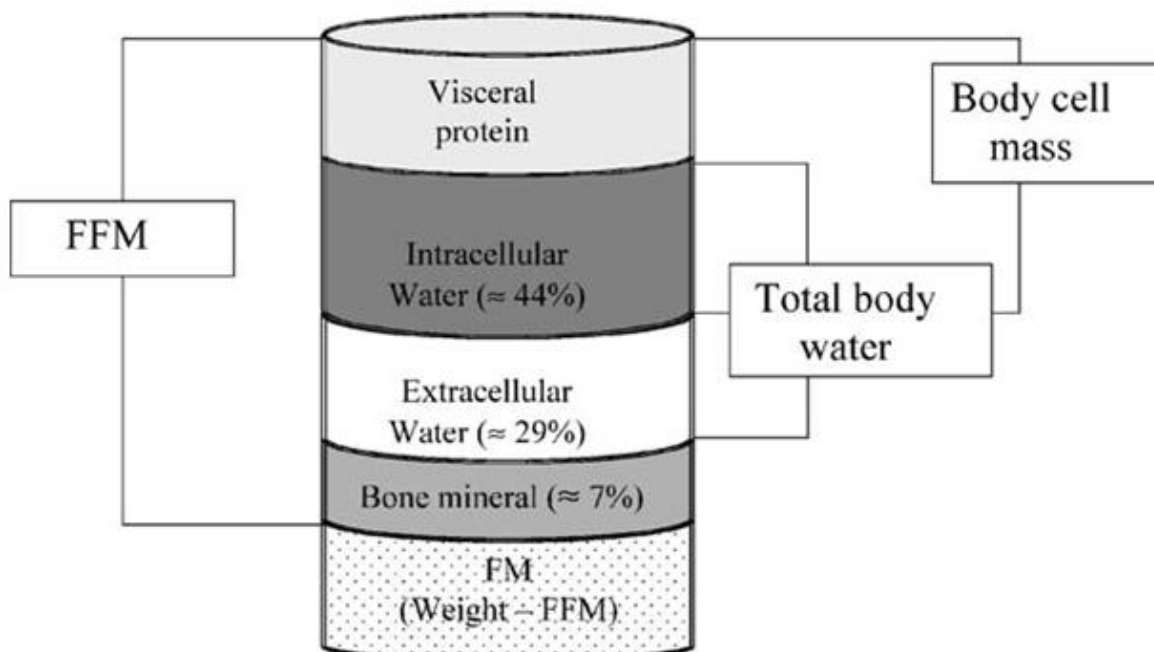
Z hlediska celého těla (ne jenom FFM) tvoří u novorozenců celková tělesná voda 80 % tělesné hmotnosti, v dospělosti 50–60 % u žen, 55–65 % u mužů, ve stáří dochází k poklesu pod hranici 50 %. Množství TBW je závislé na mnoha faktorech – věku, pohlaví, fyzické aktivitě, menstruačním cyklu, užívání diuretik a podobně (Riegerová & Přidalová, 2007, Gába, Riegerová, & Přidalová, 2009). Podle Rokyty et al. (2008) tvoří intracelulární prostor u mužů zhruba 66 % celkové tělesné vody neboli 40 % celkové tělesné hmotnosti.

Extracelulární prostor zaujímá 33 % celkové tělesné vody, což činí 20 % celkové tělesné hmotnosti.

Ženy disponují menším obsahem vody, neboť mají více tukové frakce než muži. Intracelulární voda u žen tvoří 32 % a extracelulární voda 21 % tělesné hmotnosti. ICW se nachází ve všech buňkách těla, její obsah však není všude úplně stejný. Uvnitř buněk se nacházejí bílkoviny, fosfáty, ionty draslíku (K^+), vápníku (Ca^{2+}), hořčíku (Mg^{2+}), sodíku (Na^+) a dalších prvků. Extracelulární tekutina omývá tělesné buňky, přivádí živiny a kyslík a odplavuje odpadní látky. Podílí se na udržování homeostázy.

2.4.8 Buněčná hmota (BCM)

BCM je suma všech buněk obsahujících intracelulární vodu a proteiny nacházející se v orgánech. Hodnota BCM také slouží pro diagnostiku stavu nutrice. Pro hodnocení nutričního stavu je používán index ECM/BCM ($ECM = FFM - BCM$). Optimálnímu stavu výživy odpovídá indexové rozmezí 0,7–0,8 jednotek.



Obrázek 3. Schematický diagram tělesného složení (upraveno dle Kyle et al., 2004)

Vysvětlivky: tukuprostá hmota (FFM), celková tělesná voda (TBW), Intracelulární voda (ECW), extracelulární voda (ICW) a buněčná hmota (BCM).

2.5 Tělesné složení studentek FTK UP

Optimální hodnota tělesného tuku pro studentky se pohybuje v rozmezí 20–27 % (Havlíčková et al., 2004). Tělesným složením studentek FTK UP se zabývá Přidalová. Z jejích studií vyplývá, že se studentky FTK výrazně neliší od běžné české populace. Nízké hodnoty vykazují tělesný tuk, ten se však při srovnání s českou populací pohybuje v mezích normy (Přidalová, Dostálová, Kvaka, & Pechtor, 2004; Přidalová, 2005).

2.6 BMI (Body mass index)

BMI je index tělesné hmotnosti. Vypočítáme jej z jednoduchého vzorce: $BMI = \text{hmotnost (kg)} / \text{výška}^2 \text{ (m)}$. Využívá se zejména pro stanovení obezity.

Optimální hodnota BMI podle světové zdravotnické organizace se pohybuje v rozmezí od 18,5 do 24,99. Podle studie evropské populace je ideálním rozmezím pro zdravé jedince BMI 20–25. Pro kuřáky pak 22,5–25. Toto rozmezí vykazují nejnižší úmrtnost (Berrington de Gonzalez, 2010).

Body mass index však nebere v potaz důležité faktory jako je stavba těla či množství svalstva. V klinické praxi se používají přesnější metody jako je měření tloušťky podkožního tuku nebo impedanční měření.

Tabulka 4. Klasifikace tělesné hmotnosti podle BMI (upraveno dle WHO, 2004)

Klasifikace	BMI (kg/ m ²)
Podváha	< 18,50
Těžká hubenost	< 16,00
Střední hubenost	16,00–16,99
Mírná hubenost	17,00–18,49
Normální hmotnost	18,50–24,99
Nadváha	≥ 25,00
Pre-obézní	25,00–29,99
Obézní	≥ 30,00
Obezita I. stupně (mírná)	30,00–34,99
Obezita II. stupně (střední)	35,00–39,99
Obezita III. stupně (morbidní)	≥ 40

3 CÍLE

Cílem této bakalářské práce je stanovení a porovnání parametrů tělesného složení pomocí bioelektrické impedance u studentek oborů Fyzioterapie a Tělesné výchovy a sportu na FTK UP v Olomouci.

Dílčí cíle:

- stanovení základních statistických charakteristik vybraných parametrů tělesného složení pomocí přístroje InBody 720 u studentek oboru Fyzioterapie
- stanovení základních statistických charakteristik vybraných parametrů tělesného složení pomocí přístroje InBody 720 u studentek oboru Tělesná výchova
- porovnání vybraných parametrů tělesného složení mezi dvěma soubory

4 METODIKA

4.1 Výzkumný soubor

Měření souborů proběhlo v letech 2008–2011 za pomoci přístroje InBody 720. Výzkumný soubor tvořilo 224 studentek Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Porovnávali jsme vybrané komponenty tělesného složení studentek oboru Fyzioterapie (n = 127) a Tělesné výchovy (n = 97). Průměrný věk studentek fyzioterapie byl $23,59 \pm 1,31$ let a věk studentek tělesné výchovy byl v průměru $22,22 \pm 3,42$ let.

4.2 Přístroj InBody 720

InBody 720 je přístroj od společnosti BIOSPACE, která vyvíjí produkty a zabývá se klinickým výzkumem se snahou vstoupit do oblasti elektronických medicínských přístrojů. Metodou měření je přímo řízená segmentální bio-elektrická impedanční analýza, metoda DSM-BIA. Bioelektrická impedanční analýza je bezpečná, rychlá a jednoduchá na obsluhu.

InBody 720 využívá osmi bodových dotykových elektrod, které jsou umístěny na pravé i levé části těla, v oblasti dlaně a palce ruky, předním segmentu nohy a na patě. Využívá střídavého elektrického proudu o frekvenci 1 kHz, 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, 500 kHz a 1 000 kHz. Celková impedance je dána součtem impedance pravé a levé horní končetiny, trupu, pravé a levé dolní končetiny.

Spektrum naměřených hodnot je zaznamenáno ve výstupním formuláři, na němž jsou zobrazeny informace o měřené osobě jako je věk, tělesná výška, pohlaví, datum a čas měření. Podle těchto údajů je velmi snadné později vyhledat měřené osoby v registru.

První část výstupního formuláře uvádí analýzu tělesného složení. Měřenými komponentami jsou celková tělesná voda (TBW) vyjádřená v litrech (l) a procentech (%), přibližně okolo 60 %. TBW se skládá z intracelulární vody (ICW), která by měla tvořit přibližně 40 % celkové tělesné vody a z extracelulární vody (ECW), která by měla tvořit 20 % TBW. Další měřenou komponentou je absolutní zastoupení proteinů (DBM) v těle (v kg), absolutní zastoupení minerálů v těle (v kg), tukuprostá hmota (FFM) – tvoří ji komponenty: svalstvo, opěrné a pojivové tkáně, vnitřní orgány, je určena jako součet CTV a DBM. Poměr složek se mění v závislosti na věku, pohybové aktivitě a jiných faktorech.

Ve výstupním formuláři jsou uvedeny individuální hodnoty a jsou srovnány s hodnotami referenčními. Referenční hodnoty jsou stanovovány podle konkrétních

charakteristik dané osoby, tzn. věku, pohlaví, etnika. Pro diagnózu obezity jsou pro nás důležité údaje jako je BMI, procento tuku v těle (PBF) či WHR (poměr boků a pasu). PBF je relativní hodnota vyjadřující procentuální zastoupení tělesného tuku v organismu. Hranice rizikovitosti je vymezena hodnotami 10–20 % pro muže a 18–28 % pro ženy. Tyto hodnoty platí pro jedince starší 18 -ti let, pro mladší platí hodnoty odlišné. Hodnocení viscerálního tuku (VFA) vypovídá o abdominální obezitě. Kumulace tuku ve viscerální oblasti hraje důležitou roli ve výskytu onemocnění jako je diabetes mellitus II. typu, ischemická choroba srdeční, akutní infarkt myokardu, angina pectoris a další.

InBody 720 dokáže změřit svalovou hmotu v jednotlivých segmentech těla (končetiny, trup). Segmentální analýza je založená na diagnostice svalové rovnováhy. Výsledky jsou znázorněny v grafech, ve kterých jsou uvedeny absolutní (kg) i relativní hodnoty (%).

Hodnocení vztahu mezi ECW a TBW uvádí index EDEMA (otok). Časté příčiny vzniku otoků jsou onemocnění jater, ledvin, zánětlivá onemocnění či špatná výživa. Index EDEMA 1 je poměrem mezi extracelulární vodou a celkovou tělesnou vodou. Standardní hodnoty indexu EDEMA 1 jsou v rozmezí 0,36–0,40. Při hodnotách vyšších než 0,40 může docházet k tvorbě otoků. EDEMA 2 se vztahuje k hodnocení ECF (extracelulární fluid) a TBF (celkový tělesný fluid). Tělesný fluid je tekutina, ve které jsou proteiny a minerály zastoupeny v poměru 2:1. Standardní hodnoty indexu EDEMA 2 (ECF/TBF) jsou v rozmezí 0,3–0,36. Při hodnotách vyšších než 0,36 může docházet k tvorbě otoků.

Fitness skóre je založené na zastoupení svalové a tukové frakce vzhledem k hmotnosti. Slouží k motivaci jedince, ≤ 70 – slabý obézní typ, 70–90 – normální zdravý typ, ≥ 90 – atletický typ.

Kromě výše uvedených komponent jsou výstupní hodnotou přístroje růstová stupnice (u dětí pod 18 let), tělesná rovnováha, tělesná síla, zdravotní diagnóza, cílová váha, kontrola hmotnosti, kontrola tuku, kontrola svalstva (Biospace, 2009).



Obrázek 4. Příklad InBody 720 (upraveno dle Biospace, 2009)

4.3 Postup správného měření

Měření by se mělo provádět dvě hodiny po jídle. Hmotnost jídla se totiž počítá jako hmotnost tuku a mohla by zapříčinit chybu měření. Je doporučeno těsně před měřením necvičit. Výraznější pohybová aktivita může dočasně změnit složení těla. Před měřením je důležité použití toalety. Provádění testu okamžitě po dlouhém sezení může mít za následek mírné odchylky v měření, proto je dobré se před samotným testem postavit a setrvat v klidu asi pět minut. Dočasné změny ve složení těla způsobuje také pocení, proto není vhodné používat test po saunování či sprchování. Test není vhodné provádět také u menstrujících žen, neboť v tomto období disponují zvýšenou hranicí tělesné vody. Měření by se měly vyhnout také pacientky v raných stádiích těhotenství, pacienti s pace markerem, pacienti užívající léky, které ovlivňují vodní režim v organismu a osoby s implantáty (kyčelní protéza, kardiostimulátor). Měření se provádí při teplotě 20–25 °C (InBody, 2009).

4.4 Zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byl použit program STATISTICA verze 9. Všechna získaná data byla převedena a dále zpracována v programech Microsoft Word a Excel 2007.

5 VÝSLEDKY

Pomocí přístroje InBody 720 byly naměřeny individuální hodnoty tělesného složení studentek Fyzioterapie (F) a studentek Tělesné výchovy (Tv). Z individuálních naměřených hodnot byly vypočteny základní statistické charakteristiky. Vybrané parametry tělesného složení jsou uvedeny v tabulkách. Prvním sledovaným souborem (F) jsou studentky FTK UP oboru Fyzioterapie (n = 127), druhý soubor tvoří studentky FTK UP oboru Tělesná výchova a sport (n = 97).

Tabulka 4. Statistické charakteristiky základních parametrů u studentek F

Parametry	M.	SD	MIN	MAX
Věk (v letech)	23,59	1,31	21,00	29,00
Výška (cm)	168,41	6,60	151,50	185,50
Hmotnost (kg)	62,18	5,29	49,30	76,50
BMI (kg/ m ²)	21,80	2,32	17,12	34,26

Tabulka 5. Statistické charakteristiky základních parametrů u studentek Tv

Parametry	M.	SD	MIN	MAX
Věk (v letech)	22,22	3,42	20,00	49,00
Výška (cm)	168,28	6,07	154,00	186,00
Hmotnost (kg)	63,09	5,69	51,00	86,50
BMI (kg/ m ²)	21,98	2,26	17,89	29,50

Vysvětlivky: M. – průměr, SD – směrodatná odchylka, MIN – minimum, MAX – maximum

BMI – Body mass index,

Z tabulek 3 a 4 můžeme vyčíst, jaký je rozdíl mezi BMI sledovaných souborů. Pro výpočet indexu tělesné hmotnosti je zapotřebí znát tělesnou hmotnost a výšku. Průměrná tělesná hmotnost studentek F je $62,18 \pm 5,29$ kg, průměrná výška dosáhla hodnoty $168,41 \pm 6,60$ cm. Průměrná tělesná hmotnost u studentek Tv byla naměřena $63,09 \pm 5,69$ kg a průměrná výška $168,28 \pm 6,07$ cm.

U studentek Tv je průměrný BMI 21,98 a u studentek F 21,80. Rozdíl tedy činí pouhých 0,18 setiny procenta.

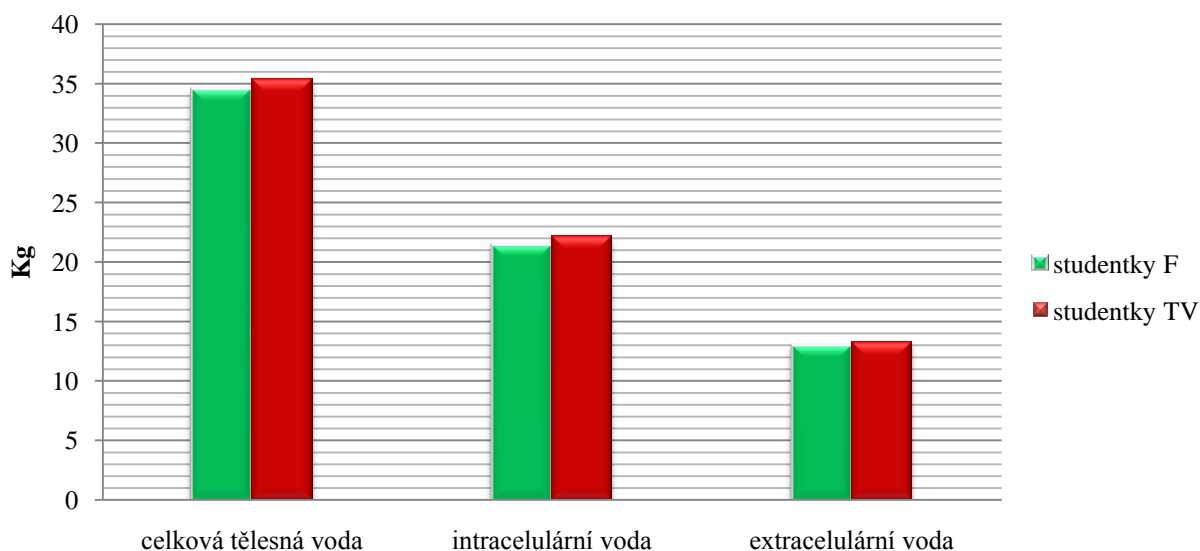
Průměrné hodnoty BMI obou sledovaných souborů lze označit za optimální, splňují kritéria normální hmotnosti. V pásmu rizika obezity se pohybovala jedna studentka Tv (BMI 29,5), jejíž výsledek považujeme za preobézní a dvě studentky Fyzioterapie, u kterých byl naměřen BMI 34, 26 a 30,06. Tyto hodnoty řadíme do pásma mírné obezity.

Tabulka 6. Celková tělesná voda studentek F a Tv

Parametry	F (n=127)				Tv (n=97)			
	M.	SD	MIN	MAX	M.	SD	MIN	MAX
TBW (kg)	34,47	3,79	23,20	43,10	35,44	3,88	27,80	50,00
TBW %	55,38	2,77	43,20	61,84	56,13	2,48	49,85	61,62
ICW (kg)	21,44	2,34	14,10	26,80	22,13	2,42	17,40	31,30
ICW %	34,45	1,79	26,26	34,45	35,06	1,62	30,94	38,84
ECW (kg)	13,03	1,46	9,10	16,40	13,31	1,48	10,40	18,70
ECW %	20,93	1,04	16,95	23,42	21,29	3,22	15,11	36,67

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná voda, ICW – intracelulární voda, ECW – extracelulární voda

Doporučené množství celkové tělesné vody podle Biospace je u žen 60 %. Poměr mezi intracelulární a extracelulární vodou by měl být v poměru 2:1. Riegerová et al. (2007) uvádí normální hodnotu celkové tělesné vody pro ženy 50–60 %. Průměrná hodnota TBW u studentek Fyzioterapie představuje 55,38 % a u studentek Tělesné výchovy 56,13 %. Rozdíl činí 1,25 %. Z tabulky 5 můžeme vyčíst vztah mezi intracelulární a extracelulární tekutinou. U obou souborů nedosahuje intracelulární voda 40 %, tuto hodnotu považuje firma Biospace za normu. Rokyta et al. (2008) považuje za průměrnou hodnotu intracelulární vody 33 %. Doporučený poměr tekutin 2:1 jsme u souborů nezaznamenali.



Obrázek 5. Hodnoty tělesné vody (kg) u studentek Fyzioterapie a Tv

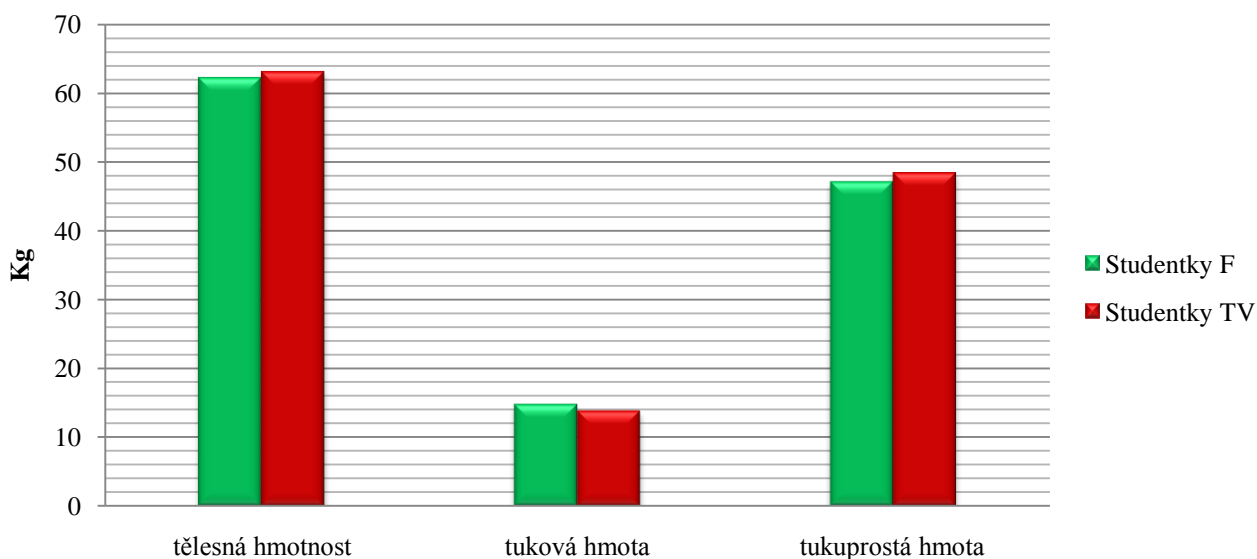
Tabulka 7. Vybrané parametry tělesného složení studentek F a Tv

Parametry	F (n=127)				Tv (n=97)			
	M.	SD	MIN	MAX	M.	SD	MIN	MAX
BFM (kg)	14,80	4,71	8,00	39,20	13,88	3,98	5,60	24,60
% BF	23,62	5,23	14,56	44,13	22,02	4,48	12,08	32,19
FFM (kg)	47,09	5,18	31,50	59,00	48,43	5,32	38,10	68,60
SMM (kg)	25,96	3,05	16,38	32,98	26,87	3,16	20,75	38,81
VFA (%)	43,36	17,33	10,40	122,09	40,64	15,02	7,51	85,12
FS	77,16	4,40	62,00	88,00	79,30	4,54	69,00	91,00

Vysvětlivky: BFM – tuková hmota (kg), % BF – procentuální vyjádření tukové hmoty, FFM – tukuprostá hmota (kg), SMM – kosterní svalová hmota (kg), VFA – viscerální tuk (cm²), FS – index tělesné zdatnosti

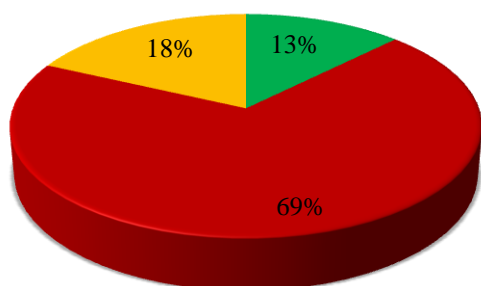
Tabulka 6 vyjadřuje popisné charakteristiky kosterního tuku, svalů a index tělesné zdatnosti. Tuková hmota u studentek Fyzioterapie je pouze o 0,92 kg vyšší ve srovnání se studentkami Tv, což odpovídá 1,6 %. Procentuální vyjádření tukové hmoty $23,62 \pm 5,32$ % naměřené u fyzioterapeutek odpovídá normě podobně jako hodnota $22,02 \pm 4,48$ % u studentek Tv. Nad hranicí 29 % tukové hmoty, která je považována společností Biospace za horní hranici normy u žen, se pohybovalo 23 studentek Fyzioterapie a 10 studentek Tělesné výchovy. Pod spodní hranicí normy se nacházelo 16 studentek F a 15 studentek Tv.

Tukuprostá hmota je vyšší u studentek Tv a to v průměru o 1,34 kg. Tukuprostou hmotu tvoří komponenty: svalstvo, opěrné a pojivové tkáně a vnitřní orgány. Minimální hodnota tukuprosté hmoty byla naměřena 31,50 kg u studentek F a 38,10 kg u studentek Tv. Maximální hodnota tukuprosté hmoty dosáhla 59,00 kg u souboru F a 68,60 kg u souboru Tv.

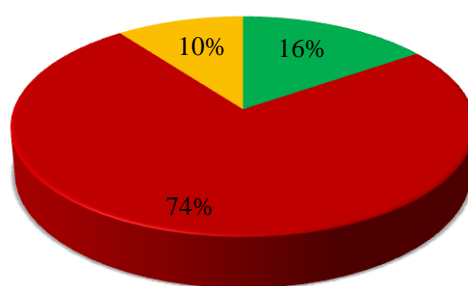


Obrázek 6. Rozdíly v zastoupení vybraných tělesných složek studentek F a Tv

Studentky F



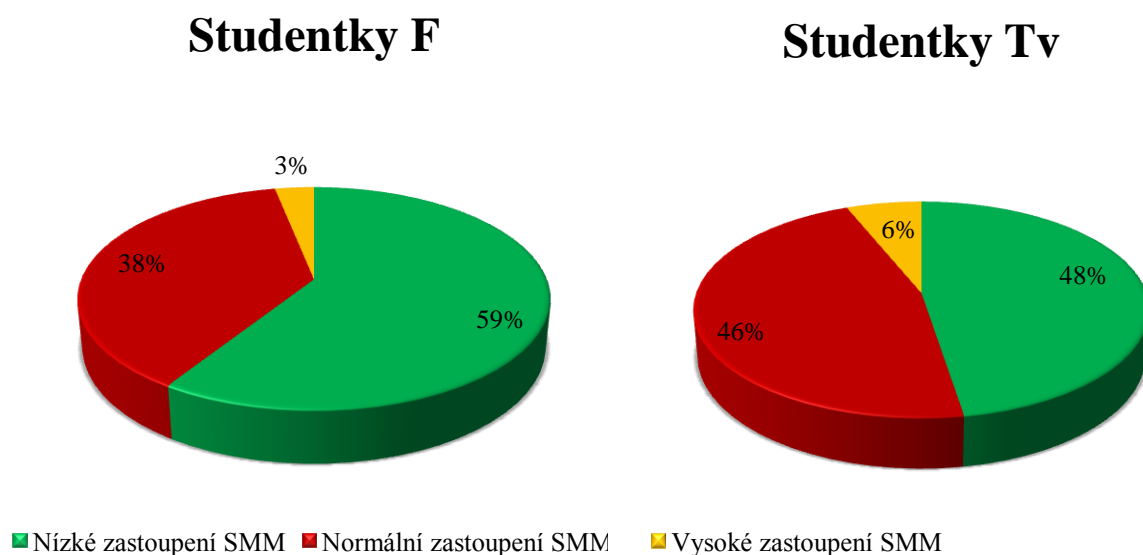
Studentky Tv



■ nízké zastoupení BF ■ Normální zastoupení BF ■ Vysoké zastoupení BF

Obrázek 7. Zastoupení tukové složky (BF) u studentek Fyzioterapie a Tělesné výchovy

Kosterní svalová hmota (SMM) tvoří významnou část tukuprosté hmoty. Rozdíl v množství svalové hmoty byl mírně vyšší u studentek Tělesné výchovy o 0,91 kg. U fyzioterapeutek byla naměřena průměrná hodnota svalové hmoty $25,96 \pm 3,05$ kg, u tělocvikářek $26,87 \pm 3,16$ kg. Tento výsledek řadí fyzioterapeutky mírně pod hranici normy a tělocvikářky ke spodní hranici normy (26,4–32,3 kg). Normálních referenčních hodnot zastoupení kosterní svalové hmoty dosáhlo 48 studentek Fyzioterapie a 45 studentek Tělesné výchovy. 75 studentek F a 46 studentek Tv se pohybovalo pod hranicí normy a u 4 fyzioterapeutek a 6 tělocvikářek byla naměřena hodnota kosterní svalové hmoty přesahující normu. Tyto výsledky jsou zaznamenány v obrázku 8.



Obrázek 8. Zastoupení kosterní svalové hmoty (SMM) u studentek Fyzioterapie a Tv

Hodnota viscerálního tuku byla mírně vyšší u studentek oboru Fyzioterapie v průměru o 2,72 %.

Hodnota indexu tělesné zdatnosti (FS) dosahuje u souboru F 77,16 a u souboru Tv 79,30. Rozdíl tedy činí 2,14. Oba soubory řadíme do kategorie normální zdravý typ. Do kategorie slabý obézní typ (≤ 70) spadají čtyři studentky Tv a devět studentek F. Do kategorie atletický typ (≥ 90) lze zařadit pouze jednu studentku Tělesné výchovy.

Tabulka 8. Segmentální analýza svalové frakce u studentek F a Tv

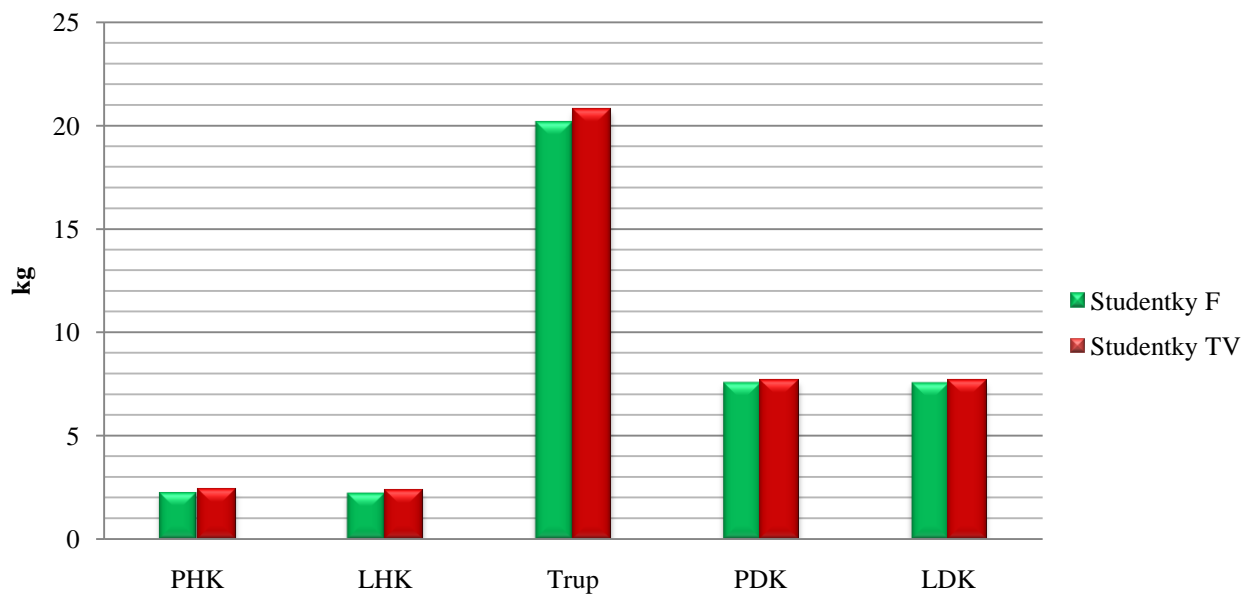
Parametry	F (n=127)				Tv (n=97)			
	M.	SD	MIN	MAX	M.	SD	MIN	MAX
RALM (kg)	2,28	0,34	1,33	3,20	2,40	0,36	1,66	3,66
RALM (%)	116,81	13,71	77,53	159,16	122,68	14,62	85,11	154,00
LALM (kg)	2,25	0,34	1,26	3,03	2,36	0,35	1,66	3,58
LALM (%)	114,78	13,35	73,51	151,68	120,73	14,27	86,94	153,76
TLM (kg)	20,17	2,12	14,16	25,06	20,79	2,18	15,92	28,56
TLM (%)	93,32	6,77	74,52	115,73	96,35	7,23	77,79	113,69
RLLM (kg)	7,59	1,03	4,85	10,42	7,69	0,97	5,70	10,98
RLLM (%)	102,60	7,74	74,89	119,18	104,24	7,85	88,12	122,32
LLLM (kg)	7,57	1,02	4,87	10,42	7,67	0,97	5,54	10,78
LLLM (%)	102,43	7,47	75,16	119,21	104,08	7,79	86,58	120,55

Vysvětlivky: RALM – svalová hmota pravé horní končetiny, LALM – svalová hmota levé horní končetiny, TLM – svalová hmota trupu, RLLM – svalová hmota pravé dolní končetiny, LLLM – svalová hmota levé dolní končetiny

Průměrné hodnoty svalové hmoty jednotlivých segmentů těla se u daných souborů výrazně neliší. Svalová hmota je ve všech segmentech průměrně vyšší u studentek Tv, rozdíl hodnot je však malý kromě svalové hmoty horních končetin, kde dosahuje mírně vyšších hodnot u studentek Tv. Nejvíce svalstva nacházíme na trupu. U fyzioterapeutek bylo na trupu průměrně naměřeno 20,17 kg svalstva, u studentek Tv o 0,62 kg více. Následují dolní končetiny, průměrná hodnota u fyzioterapeutek činí 7,59 kg na pravé dolní končetině a 7,57 kg na levé dolní končetině. Studentky Tv mají o 0,1 kg více svalstva na pravé i levé dolní končetině. Svalová síla dolních končetin obou souborů je tedy vyrovnaná. Nejméně svalstva se nachází na horních končetinách. Svalstvo pravé horní končetiny představuje u studentek Fyzioterapie 2,28 kg, u studentek Tv o 0,12 kg více. Svalová hmota levé horní končetiny byla 2,25 kg u fyzioterapeutek, tělocvikářky dosáhly o 0,11 kg více. Svalovou sílu horních končetin lze považovat také za vyrovnanou.

V tabulce 8 jsou uvedeny absolutní (kg) i relativní hodnoty (%) jednotlivých tělesných segmentů. Relativní hodnoty se vztahují k populačnímu průměru a jsou vypočítány ze vzorce. Hodnoty mezi 80 % a 120 % jsou považovány u pravé i levé horní končetiny za průměrné. Pro trup a dolní končetiny se tato hranice zužuje na 90 % až 110 %.

Průměrná svalová hmota trupu dosahuje u obou souborů normálních referenčních hodnot. Průměrná svalová hmota dolních končetin se pohybuje také v mezích normy u obou souborů. Průměrná svalová hmota horních končetin dosahuje u fyzioterapeutek horní hranice průměrných referenčních hodnot, u studentek Tv dosahuje mírně nadprůměrných hodnot.



Obrázek 9. Segmentální analýza kosterního svalstva (kg) u studentek F a Tv

6 DISKUSE

Ještě před zpracováním výsledků jsme předpokládali u studentek oboru Tělesné výchovy a sport nižší procento tělesného tuku, vyšší procento tukuprosté hmoty a vyšší hodnotu kosterního svalstva ve srovnání se studentkami oboru Fyzioterapie.

Naše předpoklady byly správné, leč rozdíly v jednotlivých parametrech obou souborů jsou zanedbatelné. Průměrné zastoupení tukové hmoty je u tělocvikářek nižší pouze o 0,92 kg, průměrné množství tukuprosté hmoty je u studentek Tělesné výchovy vyšší o 1,34 kg a kosterní svalová hmota je u studentek Tv vyšší o 0,91 kg než u studentek Fyzioterapie. Segmentální analýza ukázala také jen mírné rozdíly průměrných naměřených hodnot, kdy u tělocvikářek dosahovaly ve všech segmentech vyšší hodnoty. Hodnota kosterní svalové hmoty na trupu byla naměřena u tělocvikářek o 0,62 kg vyšší. Svalová hmota na dolních končetinách byla vyšší o 0,1 kg a průměrná hodnota svalové hmoty na horních končetinách byla na pravé o 0,12 kg vyšší a na levé o 0,11 kg vyšší.

I přes mnohem výraznější pohybovou náplň v rámci studia dosahují vybrané parametry tělesného složení studentek Tělesné výchovy podobných výsledků jako u fyzioterapeutek, které mají pohybovou aktivitu v rámci studia minimální. Ve všech vybraných parametrech dosahují oba soubory normálních referenčních hodnot kromě průměrné hodnoty svalové hmoty horních končetin u tělocvikářek, kde sejevily jako mírně nadprůměrné.

Dalším parametrem, který nám potvrzuje fakt, že vypočítané charakteristiky se neliší od normy, je index tělesné zdatnosti. Do kategorie atletický typ (≥ 90) spadá z analyzovaných souborů pouze jediná studentka Tělesné výchovy. Ostatní studentky spadají do kategorie normální zdravý typ kromě jedné studentky Tv a čtyř studentek Fyzioterapie, které se zařadily do kategorie slabý obézní typ. Fitness skóre představuje zastoupení svalové a tukové frakce vzhledem k hmotnosti. Mohli bychom spekulovat nad tím, čím je dán fakt, že do kategorie atletický typ spadá pouze jedna studentka Tv.

Předpokladem pro vyšší FS než je průměr, je provozování sportu na výkonnostní či vrcholové úrovni. U studentek Tělesné výchovy to znamená provozování sportovních aktivit i mimo školní prostředí, například v rámci tréninku. V současné době studují na Fakultě tělesné kultury i studenti a studentky, kteří jsou sice pohybově nadaní, ale nemusí se aktivně věnovat závodnímu sportu.

Významným faktem je také to, že pohybová úroveň české populace má sestoupnou tendenci. Tento trend je pozorovatelný již na základních a středních školách.

Jednou z příčin, řadících studentky Tv k normálním referenčním hodnotám, může být také větší počet přijatých uchazečů ke studiu na FTK UP. Díky tomu se upřednostňuje kvantita nad kvalitou. Pokud bychom chtěli vyřešit tuto situaci a přijímat ke studiu tělesné výchovy pouze studenty věnující se sportu i mimo školní výuku, museli bychom zabrousit až do fungování školského systému, financování vysokých škol a podobně, což je v současnosti neřešitelným problémem.

Na druhou stranu by však bylo pro některé studenty obtížně zvladatelné, zejména pro ty, co studují Tv s kombinací dalšího předmětu, plnit studijní záležitosti a přitom chodit každý den na tréninky. Znam také studenty, kteří na závodní sport díky studijním nárokům, zanevřeli.

7 ZÁVĚRY

Analyzovali jsme vybrané charakteristiky tělesného složení studentek oborů Fyzioterapie a Tělesné výchovy pomocí přístroje InBody 720.

U souboru Tv byla naměřena vyšší průměrná hodnota BMI, celková tělesná voda, intracelulární a extracelulární voda, tukuprostá hmota, kosterní svalová hmota a index tělesné zdatnosti. Průměrné hodnoty kosterní svalové hmoty v jednotlivých segmentech byly také vyšší u souboru Tv než u souboru F. Rozdíly průměrných hodnot souboru Tv a souboru F jsou však zanedbatelné.

U studentek oboru Fyzioterapie bylo naměřeno vyšší průměrné procento tukové hmoty a vyšší procento viscerálního tuku než u souboru Tv. Rozdíly těchto parametrů však byly také zanedbatelné.

Vypočtené hodnoty BMI se u souborů výrazně neliší. Průměrná hodnota BMI u studentek F je 21,80 u studentek Tv 21,98.

Průměrná hodnota TBW se u studentek F a Tv výrazně nelišila. Poměr ICW: ECW neodpovídal doporučení. Průměrné hodnoty intracelulární a extracelulární tekutiny se také nelišily.

Z hlediska průměrné tukové hmoty se oba soubory pohybují u spodní hranice normy.

Hodnota viscerálního tuku byla mírně vyšší u souboru F, v průměru o 2,72 %.

Průměrná hodnota tukuprosté hmoty se u fyzioterapeutek a tělocvikárek výrazně nelišila stejně tak jako průměrná hodnota kosterní svalové hmoty. Průměrná hodnota kosterní svalové hmoty řadí fyzioterapeutky mírně pod hranici normy a tělocvikářky ke spodní hranici normy.

Průměrná naměřená hodnota FS řadí oba soubory do kategorie normální zdravý typ.

Průměrné hodnoty svalové hmoty trupu a dolních končetin řadíme k normálním referenčním hodnotám. Průměrná hodnota levé i pravé horní končetiny dosáhla u studentek Fyzioterapie normálních referenčních hodnot, u tělocvikárek mírně nadprůměrných hodnot.

8 SOUHRN

Cílem bakalářské práce bylo stanovení a porovnání parametrů tělesného složení pomocí bioelektrické impedance u studentek oborů Fyzioterapie a Tělesné výchovy na FTK UP v Olomouci.

Teoretická část práce se zabývá množstvím pohybové aktivity sledovaných souborů, charakteristikou dospělosti, odlišnostmi mužů a žen v tělesné konstituci, tělesným složením, historií tělesného složení, metodami pro určení tělesného složení, zejména bioelektrickou impedancí a přístrojem InBody 720. Dále objasňuje pojmy jako je tuk, tukuprostá hmota, celková tělesná voda, buněčná hmota či BMI.

Praktická část se zabývá analýzou a porovnáním vybraných charakteristik tělesného složení dvou souborů. První soubor tvořily studentky Fyzioterapie FTK UP (n=127), druhým souborem byly studentky Tělesné výchovy a sport (n=97). Měření se uskutečnilo v letech 2008–2011 pomocí bioelektrické impedance zastoupené přístrojem InBody 720. Bioelektrická impedance je metodou cenově dostupnou, přesnou a neinvazivní. Je založena na principu rozdílné vodivosti tělesných tkání při průchodu elektrického proudu.

Průměrný věk studentek Fyzioterapie byl 23,59 let a průměrný věk studentek Tělesné výchovy byl 22,22 let. Pro analýzu a porovnání hodnot jsme si vybrali parametry jako je BMI, celková tělesná voda, extracelulární voda, intracelulární voda, tuková hmota, tukuprostá hmota, kosterní svalová hmota, viscerální tuk, index tělesné zdatnosti a analýzu kosterního svalstva v jednotlivých segmentech těla.

Vypočtené hodnoty BMI se u souborů výrazně nelišily. Průměrná hodnota BMI u studentek F byla 21,80, u studentek Tv 21,98. Oba soubory řadíme podle tabulek do normy.

Průměrná hodnota TBW u souboru F byla 55,38 %, u souboru Tv 56,13 %, což je o 1,25 % více než u fyzioterapeutek. Doporučený poměr intracelulární a extracelulární tekutiny (2:1) jsme u souborů nezaznamenali. Průměrná hodnota ICW u souboru F byla 21,44 %, u souboru Tv 22,13 %. ECW dosáhla hodnoty 20,93 % u fyzioterapeutek a 21,29 % u tělocvikářek.

Průměrná tuková hmota tvořila u souboru F 23,62 %, u souboru Tv 22,02 %. Průměrně vyšší hodnota tukové hmoty byla tedy u studentek F a to o 1,6 %. Oba soubory se pohybují u spodní hranice normy.

Tukuprostá hmota dosáhla průměrné hodnoty u studentek F 47,09 kg, u studentek Tv 48,43 kg. FFM byla tedy vyšší o 1,34 kg u studentek Tv oproti studentkám F.

Průměrná hodnota kosterní svalové hmoty byla naměřena u souboru F 25,96 kg, u souboru Tv 26,87 kg. Rozdíl činí pouze 0,9 kg. Tento výsledek řadí fyzioterapeutky mírně pod hranici normy a tělocvikářky ke spodní hranici normy.

Hodnota viscerálního tuku byla mírně vyšší u souboru F, v průměru o 2,72 %. Průměrná hodnota VFA souboru F tvořila 43,36 %, u souboru Tv 40,64 %.

Průměrná naměřená hodnota FS řadí oba soubory do kategorie normální zdravý typ. Soubor Tv měl hodnotu FS (79,30) vyšší než soubor F (77,16).

Průměrná hodnota kosterní svalové hmoty je ve všech segmentech vyšší u souboru Tv, než u souboru F. Rozdíly průměrné svalové hmoty trupu a dolních končetin u obou souborů jsou zanedbatelné. Vypočtené hodnoty lze zařadit k normálním referenčním hodnotám. Průměrná svalová hmota horních končetin je mírně vyšší u studentek Tv než u fyzioterapeutek. Svalovou hmotu levé i pravé horní končetiny u studentek F řadíme k průměrným referenčním hodnotám, svalová hmota levé i pravé horní končetiny u studentek Tv je mírně nadprůměrná.

9 SUMMARY

The goal of the bachelor thesis was to determine and compare the parameters of body composition by using bioelectrical impedance in female students of Physiotherapy and Physical Education at FTK UP Olomouc.

Theoretical part deals with the amount of physical activity monitored files, characteristic of adulthood, gender differences in body constitution, body composition, history of body composition, methods for the determination of body composition, particularly the bioelectric impedance and device InBody 720. Further explains the concepts such as body fat, fat free mass, total body water, body cell mass, or BMI.

The practical part deals with the analysis and comparison of the selected characteristics body composition of the two groups. The first group consisted of Psysiotherapy students from FTK UP (n = 127), the second group were students of Physical education and sport (n = 97). Measurements was held in the period 2008-2011 through bioelectrical impedance represented by the device InBody 720. Bioelectric impedance is an affordable, accurate and noninvasive method. It is based on the principal of conductivity of different body tissues by paging electrical current in the organism.

Average the Physiotherapy students were 23,59 years old and students of Physical education were 22,22 years old. For analysis and comparison of the values we have chosen parameters such as BMI, total body water, extracellular water, intracellular water, fat mass, fat free mass, skeletal muscle mass, visceral fat area, fitness score and segmental analysis.

Calculated values of BMI did not significantly differ on the files. The average value of BMI of students F was 21,80 and 21,98 of students Tv. Both groups we sorted according the tables to standards. The average value of TBW in a group F was 55,38 %, at groups Tv 56,13 %, which is 1,25 % more than in Physiotherapists. The recommended ratio of intracellular and extracellular water (2:1), we have not seen in the groups. The average value of ICW in a group F was 21,44 %, 22,13 % in group TV. ECW reached 20,93 % for Physiotherapists and 21,29 % for Tv student.

The average fat mass accounted 23,62 % for group F, 22,02 % for group Tv. On average the higher fat mass was measured by students F of 1,6 %. Both groups are moving at the lower limit of normal.

Fat free mass reached an average value of 47,09 kg by students F, for students Tv 48,43 kg. FFM was higher 1,34 kg for students Tv than students F.

The average value of skeletal muscle mass was measured in the group F 25,96 kg, in the

group Tv students 26,87 kg. The difference is only 0,9 kg. This means that the physiotherapist were slightly below norm and students of Tv were at the lower limit of standards.

The value of visceral fat area was slightly higher in the group F, on average of 2,72 %. The mean value of VFA formed 43,36 % for group F and 40,64 % for group Tv.

The average measured value of FS include both files into the category of normal healthy type. The group Tv had a value of FS (79.30) higher than the group F (77.16).

The average value of skeletal muscle mass is higher in all segments of the group Tv than of the group F. Differences of average muscle mass on the trunk and legs in both groups are negligible. The calculated values may be classified as normal reference values. The average muscle mass of upper limb is slightly higher for students Tv than for physiotherapists. Muscle mass left and right upper limb belong to average reference values, muscle mass left and right upper limb is slightly above normal by Tv studens.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Anonymus. (2012). *Antropometrie*. Retrieved 27. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://leccos.com/index.php/clanky/antropometrie#top>
- Anonymus. (2009). *Informace o autorovi*. Retrieved 19. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://www.vesmir.cz/autori/autor/id/675>
- Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J. R., et al. (2010). Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *The New England Journal of Medicine*, 363 (23), 2211-2219.
- Biospace. (2009). *InBody 720*. Retrieved 21. 3. 2012 from World Wide Web:
<http://www.inbody.cz/soubory/katalogy-pdf/inbody720-cz-katalog.pdf>
- Biospace. (2009). *InBody 720*. Retrieved 21. 3. 2012 from World Wide Web:
<http://www.biospace.cz/inbody-720-pb4.php>
- Biospace. (2009). *Technologie*. Retrieved 26. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://www.biospace.cz/technologie.php>
- Česká společnost antropologická. (2012). *Historie české společnosti antropologické*. Retrieved 28. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://anthropology.cz/index.php?page=historie>
- Farková, M. (2009). *Dospělost a její variabilita*. Praha: Grada
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2009). Hodnocení tělesného složení u seniorek – studentek U3V pomocí InBody 720. *Česká antropologie*, 59/1-2, 25-28.
- Gába, A., Zając-Gawlak, I., Přidalová, M., & Pošpiech, D. (2011). Analýza rozdílů vybraných parametrů tělesného složení stanovených přístrojem InBody 720 a Tanita BC-418. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 20(2), 88–96.
- Havlíčková, L. (2004). *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum.
- InBody. (2010). *InBody*. Retrieved 28. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://inbody.gehealthcare.com/products/inbody-720>
- Juhas, I. (2011). Specificity of sports training with women. *Physical Culture*, 65(1), 42-50.
- Kravitz, L., & Heyward, V. H. (2009). *Getting a Grip on Body Composition*. Retrieved 27. 4. 2012 from World Wide Web:
<http://www.drilenkravitz.com/Articles/griponbodycomp.html>
- Kuric, J. (2001). *Ontogenetická psychologie*. Brno: CERM.

- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23, 1226-1243.
- Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41, 810-817.
- Máček, M., Radvanský, J., et al. (2011). *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha 5: Galén.
- Nutricoach. (2012). *Analýza složení těla*. Retrieved 26. 4. 2012 from World Wide Web: <http://www.nutricoach.cz/analyza-slozeni-tela--c23>
- Obezita. (2009). *Jaké nejčastější zdravotní komplikace obezity?* Retrieved 28. 4. 2012 from World Wide Web: <http://www.obezita.com/nejcastejsi-zdravotni-komplikace-obezity/>
- Palán, Z. (2011). *Andromedia*. Retrieved 11. 4. 2012 from World Wide Web: <http://www.andromedia.cz/andragogicky-slovník/dospely-dospelost>
- Palivec, V. (1947). *Aleš Hrdlička*. Praha: Orbis.
- Pařízková, J. (1998). Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 7 (1), 1-6.
- Prokopec, M. (1994). Prof. Dr. Josef Brožek osmdesátníkem: jeho přínos antropologii. *Vesmír*, 73, 176.
- Prokopec, M. (2000). Za T. Dále Stewartem, nástupcem Aleše Hrdličky ve Smithsonianu. *Česká antropologie*. 50, 12-13.
- Prokopec, M., & Brožek, J. (2000). Jindřich Matiegka a výzkum složení lidského těla. *Česká antropologie*, 50, 13.
- Prokupek, V. (2011). *Otec medicíny Hippokrates*. Retrieved 19. 4. 2012 from World Wide Web: <http://www.vaclavprokupek.cz/news/otec-mediciny-hippokrates/>
- Přidalová, M. (2005). *Somatodiagnostika studentů a studentek studijního programu tělesná výchova a sport na FTK UP*. Habilitační práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Randáková, R. (2005). Effect of regular training on body composition and physical performance in young cross-country skiers: as compared with normal controls. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 35 (1), 17-25.
- Riegerová, J., & Přidalová, M. (2007). Složení těla a výpočet regresních rovnic pro odhad tukové frakce u žen ve věku časného stáří (senescence). *Česká antropologie*, 57, 65-67.

- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R., et al. (2008). *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, ošetrovatelství, přírodovědných, pedagogických a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Říčan, P. (2004). *Cesta životem*. Praha: Portál
- Sandbakk, Q., Ettema, G., Leirdal, S., & Holmberg, H. Ch. (2011). Gender differences in the physiological responses and kinematic behaviour of elite sprint cross-country skiers. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 1087-1094.
- Sportival. (2010). *Kolik procent tělesného tuku bychom měli mít?* Retrieved 28. 4. 2012 from World Wide Web: <http://www.sportvital.cz/sport/trenink/kolik-telesneho-tuku-bychom-meli-mit/>
- Univerzita Palackého v Olomouci. (2010). *Portál*. Retrieved 7. 4. 2012 from World Wide Web: <http://portal.upol.cz>
- Wang, Z., Pierson, N., & Heymsfield, B. (1992). The five-level model a new approach to organizing body- composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19–28.
- World Health Organization. (2004). *BMI classification*. Retrieved 8. 4. 2012 from World Wide Web: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html