

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA TĚLESNÉ KULTURY



TĚLESNÉ SLOŽENÍ U STUDENTŮ DÁLKOVÉHO STUDIA FTK VE VĚKOVÉM
ROZMEZÍ ADULTUS – MATURES MĚŘENÉHO METODOU BIOELEKTRICKÉ
IMPEDANCE INBODY 720

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: David Ščotka, učitelství pro střední školy,

tělesná výchova – anglická filologie

Vedoucí práce: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

Olomouc 2011

Jméno a příjmení autora: David Ščotka

Název diplomové práce: Tělesné složení u studentů dálkového studia FTK ve věkovém rozmezí adultus – matusus měřeného metodou bioelektrické impedance Inbody 720

Pracoviště: Katedra funkční antropologie a fyziologie FTK UP v Olomouci

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

Rok obhajoby diplomové práce: 2011

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo zjistit tělesné složení u mužů ve věkovém rozmezí adultus – matusus. Na základě měření byly zjištěny základní charakteristiky: tělesná hmotnost, výška, věk a složky tělesného složení probandů: množství celkové tělesné vody a její složky (ECW, ICW), tělesný tuk (FM), tukuprostá hmota (FFM), množství sušiny (minerály a proteiny), viscerální tuk. Výzkumný soubor tvořili studenti dálkového studia FTK v rozmezí 20–50 let (n=104). Skupinu mužů jsme rozdělili do tří podskupin podle decenií. Byl potvrzen signifikantní nárůst tukové složky s věkem. Další změny tělesných frakcí, nejsou statisticky významné.

Klíčová slova: InBody 720, multi-frekvenční bioimpedanční metoda, viscerální tuk, hmotnostně-výškové indexy

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Autor's first name and surname: David Ščotka

Title of the master thesis: Body Composition of Distance Learning Students FTK Aged Adultus – Maturus Measured by Bioelectrical Impedance InBody 720.

Department: Department of Functional Anthropology and Physiology FTK UP in Olomouc

Supervisor: prof. RNDr. Jarmila Riegerová, CSc.

The year of presentation: 2011

Abstract: The aim of this thesis was to determine body composition in men aged adultus – maturus. By measuring, the fundamental characteristics were observed: body weight, height, age and body composition components of probands as: the amount of total body water (TBW) together with its components of extracellular water (ECW), intracellular water (ICW), fat mass (FM), fat-free mass (FFM), the amount of solids (minerals and proteins), and visceral fat. This research consisted of a group of distance learning students FTK aged 20–50 years (n= 104). This group of men was divided into three subgroups according to decennium. There was a significant increase of fat mass found out related to age. No other statistically significant changes were found within body composition.

Keywords: InBody 720, multi-frequency bioimpedance method, visceral fat area, indexes

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Jarmily Riegerové, CSc., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 11. 8. 2011

.....
vlastnoruční podpis

Děkuji prof. RNDr. Jarmile Riegerové, CSc., za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování diplomové práce.

Obsah

1 ÚVOD.....	7
2 SYNTÉZA POZNATKŮ.....	9
2.1 Tělesné složení.....	9
2.2 Modely tělesného složení.....	10
2.2.1 Definice modelů tělesného složení	11
2.3 Základní komponenty tělesného složení.....	12
2.3.1 Tělesný tuk (FM)	12
2.3.2 Tukuprostá hmota (FFM).....	14
2.3.3 Celková tělesná voda (TBW).....	15
2.3.4 Body mass index (BMI).....	16
2.3.5 Waist-Hip ratio (WHR)	17
2.4 Změny tělesného složení v závislosti na věku	19
2.5 Metody zjištění odhadů tělesného složení	19
2.5.1 Bioelektrická impedance.....	20
2.6 Antropometrie.....	22
2.6.1 Biofyzikální a biochemické metody	23
2.7 Rozdělení lidského věku	26
2.7.1 Stárnutí.....	28
2.7.2 Primární a sekundární stárnutí	30
2.7.3 Rozdíly v pohlaví.....	30
3 CÍLE	32
3.1 Dílčí cíl	32
4 METODIKA	33
4.1 Charakteristika souboru	33
4.2 Použité metody a způsoby měření	33
4.3 Somatické charakteristiky.....	34
4.4 Statistické zpracování dat	34
5 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	35
6 ZÁVĚR.....	45
7 SOUHRN.....	46
8 SUMMARY.....	47
9 REFERENČNÍ SEZNAM	48
10 PŘÍLOHY	51

1 ÚVOD

Studium tělesného složení u lidí se neustále mění v závislosti na poznatcích vědy. Tomuto studiu se věnují vědci z celého světa už po dobu několika let. Měření tělesného složení se provádí ve vědeckých laboratořích, nemocničním zařízení nebo dokonce i doma. Od roku 1986 se každé 3 roky svolávají mezinárodní symposia, na kterých si vědci sdělují nové poznatky z oblasti výzkumu tělesného složení. K tomu slouží i uvedení mezinárodního časopisu o výzkumu tělesného složení - *The International Journal of Body Composition* (Heymsfield, Lohman, Wang, & Going, 2005).

Lohman (1992) tvrdí, že v 60. až 80. letech docházelo k průzkumu zdravotního stavu populace (National Health Examination Survey), jak u dospělých tak i u dětí, metodou měření kožních řas. V USA se měření kožních řas aplikovalo u fitness testů, prostřednictvím kterých se populace dozvěděla více o tělesném složení a o zdravém životním stylu.

Měření tělesného složení, přesněji odhad tělesného složení, bylo historicky řízeno dostupností metod. Výzkum byl spíše režírován v rozsahu, co by mohlo být měřeno, než tím co by chtěli odborníci měřit. Za posledních 10 až 15 let jsme zaznamenali významný pokrok ve vývoji technik pro odhad složení těla. Dnes mohou být prakticky měřeny všechny části těla. Tento pokrok měl za následek vznik tělesných modelů, které poskytují rámec pro studující tělesné složení (Malina & Bouchard, 1991).

Udržení si optimální tělesné hmotnosti a tělesného tuku je klíčem k zdravějšímu a delšímu životu. Lidí s nadváhou nebo lidí s podváhou a kolísajícími hodnotami tělesného tuku nad či pod hranicí normy jsou vystaveni vyššímu riziku onemocnění. U obézních se jedná o riziko výskytu kardiovaskulárních, plicních a metabolických nemocí stejně jako záněty kloubů. U lidí s podváhou a s nízkým obsahem tuku může docházet k úbytku kostní tkáně, osteoporóze, poruchám reprodukce, nerovnováze minerálů v těle a s tím i spojeny problémy s ledvinami. (V. Heyward & Wagner, 2004).

Hlavním cílem vědců zabývajících se výzkumem a vyhodnocováním optimálního tělesného složení, je vytvoření platných metod, podle kterých by lékaři a specialisté mohli přesně odhadnout množství tělesného tuku a rizika s nimi spojená (V. Heyward & Wagner, 2004).

V dnešní době existuje řada metod pro stanovení tělesného složení. Méně náročné metody se soustřeďují především na určení tělesného tuku, ale přinášejí menší možnosti zjištění jednotlivých komponent tělesného složení. Náročnější postupy jsou přesnější a přinášejí více informací. Patří mezi ně hydrometrie (vážení pod vodou), sonografie, bioimpedance a další moderní biofyzikální a biochemické metody, které umožňují stanovení řady komponent tělesného složení, včetně stanovení množství buněčné hmoty, celkové tělesné vody, extracelulární a intracelulární vody a jednotlivých minerálů. Všechny metody byly v praxi mnohokrát ověřeny, byly provedeny mnohé studie, které srovnávají různé metody mezi sebou (Malina & Bouchard, 1991).

V současné době se v České republice stále setkáváme s nedostatkem studií zaměřených právě na populaci adultus a maturus, které by poskytly relevantní informace o stavu sledované skupiny. Předpokládáme, že poskytnuté informace nabídnou možnost využití v oblasti teorie i praxe, a to především v oblasti přípravy intervenčních programů zaměřených na prevenci.

2 SYNTÉZA POZNATKŮ

2.1 Tělesné složení

Složení těla je v současné době chápáno z hlediska atomového, molekulárního, buněčného, tkáňového a celotělového modelu. Termíny pro jednotlivé komponenty a metody pro jejich měření se liší dle uvedených aspektů. Používá se densitometrie (stále jako referenční metoda), in vivo neutronová aktivační analýza, duální rentgenová absorpciometrie (DEXA), magnetická rezonance (MRI) a další. Pro klinickou praxi a terénní podmínky se používají antropometrické metody včetně měření kožních řas kaliperem, bioelektrická impedance (BIA) (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

Tělesné složení může být chápáno z několika hledisek. První z hlediska biochemického, do kterého patří tuk, minerály, bílkoviny, uhlovodany a voda. Druhé z hlediska anatomického, kdy je tělo tvořeno svaly, kostmi, vnitřními orgány, tukovou tkání a dalšími tkáněmi.

Zjišťování tělesného složení může být prováděno přímou nebo nepřímou metodou. Přímou metodou při pitvě zvanou „in vitro“ což doslova znamená (rozbořem neživého organismu). Tato metoda je zjišťována specifickými laboratorními procedurami. Metoda nepřímého zkoumání tělesného složení u živých organismů se nazývá „in vivo“. K zjednodušení měření tělesného složení byl zaveden dvoukomponentový model, který tělo rozděluje na dvě základní komponenty – na tělesný tuk (Fat Mass, FM) a tukuprostou hmotu (Fat Free Mass, FFM).

$$\text{Tělesná hmotnost} = \text{FFM} + \text{FM}$$

Složka tělesného tuku je například ovlivněna, stravovacími návyky, pohybovou aktivitou, a proto je považována za velmi nestabilní komponentu tělesného složení. Z tohoto důvodu je jí věnována největší pozornost, jakožto faktoru omezujícímu pohybovou aktivitu a způsobujícímu rizika srdečních onemocnění a diabetes (Malina & Bouchard, 1991).

Ve dvoukomponentovém modelu odhad FFM a FM odvozujeme odečítáním (Malina & Bouchard, 1991).

$$FM = \text{Tělesná hmotnost} - FFM$$

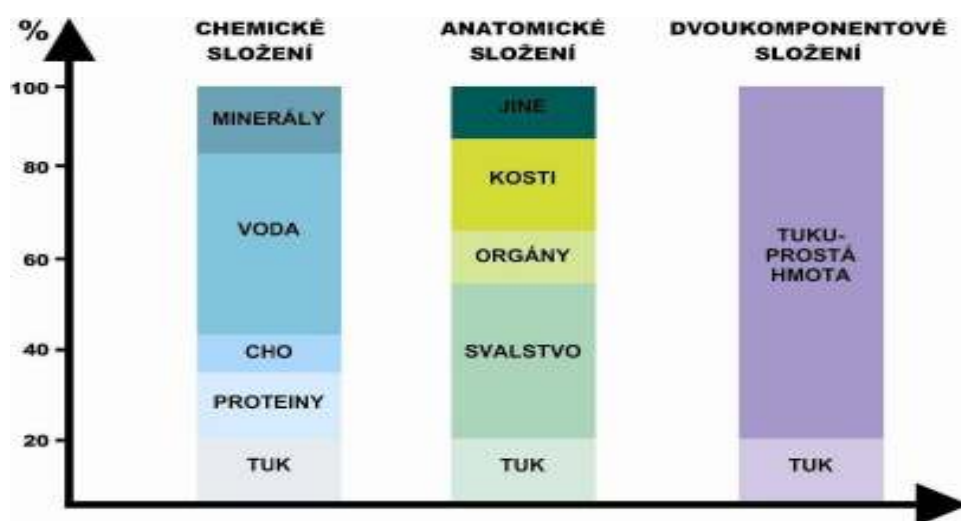
$$FFM = \text{Tělesná hmotnost} - FM$$

Schulz (1993) tvrdí, že věk, pohlaví, rasa, pohybová aktivita a množství kalcia přijatého potravou jsou jedny z faktorů, které ovlivňují množství minerálů v kosti a také FFM.

Třebaže se hustota tukové frakce různě mění, hustota FFM se může podstatně měnit v závislosti na relativních poměrech vody, proteinů a minerálů, protože každá z komponent má rozdílnou hustotu, tak i jejich změna má za následek změnu hustoty dalších komponent v těle a v FFM (Schulz, 1993).

2.2 Modely tělesného složení

Původní pohled na komponenty tělesného složení byl dán chemickým či anatomickým modelem. Chemicky je tělo tvořeno tukem, bílkovinami, sacharidy, minerály a vodou. Tento klasifikační systém je preferován ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Anatomicky je tělo tvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Anatomický klasifikační systém je preferován v těch případech, kdy jsou studovány vlastní otázky tělesného složení (Riegerová, et al., 2006).



Obrázek 1. Chemický, anatomický a dvoukomponentový model tělesného složení (upraveno dle Wilmore, 1995).

Bez ohledu na to jakou metodu měření tělesného složení zvolíme (dvou komponentová či více komponentová), je důležité vycházet z teoretických modelů tělesného složení, které dělí tělo na tukovou a tukuprostou složku a z hlediska chemického (tuk, voda, minerály a proteiny) (V. H. Heyward, 1998).

2.2.1 Definice modelů tělesného složení

Anatomický model

„Vychází ze zastoupení jednotlivých prvků v organismu. 98 % tělesné hmotnosti je kryto šesti prvky: *O, C, H, N, Ca, P*, zbývající 2 % představuje dalších 44 prvků. Analýzy byly prováděny chemickou cestou na mrtvolách...“ (Riegerová, et al., 2006, p. 25).

Molekulární model

11 hlavních prvků tvoří molekuly, které představují více než 100 000 chemických sloučenin tvořících lidské tělo. Hlavní sledované komponenty jsou:

Hmotnost těla = lipidy + voda + proteiny + minerály + glykogen

Buněčný model

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

extracelulární tekutina (ETC) = plazma + intersticiální tekutina

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

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

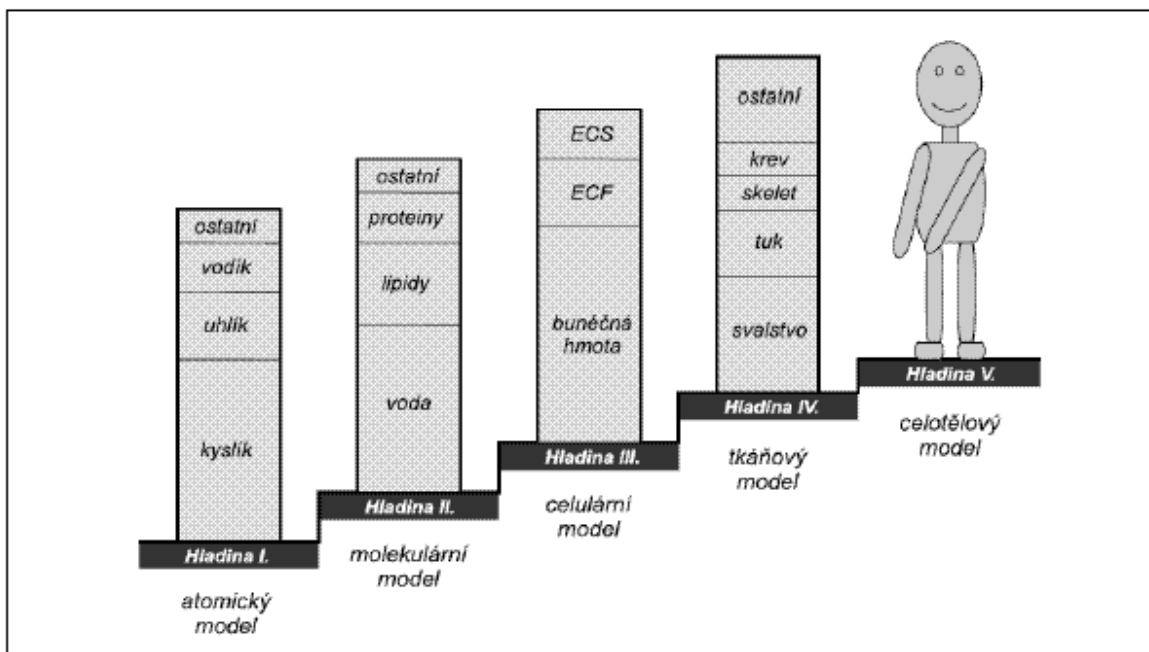
BM – svalové, pojivové, epiteliální, nervové buňky

ECT – plazma + intersticiální tekutina

ECPL – organické a anorganické látky

Celotělový model – antropometrická měření

„Tělesná výška, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem těla a z něj zjišťována denzita těla, která vypovídá o aktivní tělesné hmotě a depotním tuku“ (Riegerová, et al., 2006, p. 26).



Obrázek 2. Pětistupňový model tělesného složení člověka dle Wang, et al. (1992), upraveno dle Riegerová, et al. (2006).

2.3 Základní komponenty tělesného složení

2.3.1 Tělesný tuk (FM)

„Nejvariabilnější komponentou hmotnosti těla je tuk, který je hlavním faktorem intra- individuální variability tělesného složení v průběhu celého vývoje. Je snadno ovlivnitelný výživovými aspekty a pohybovou aktivitou, je však významným faktorem vzniku a průběhu řady onemocnění“ (Riegerová, et al., 2006, p. 20).

Pro organismus jedince je rizikové jak vysoké, tak příliš nízké množství podkožního tuku. Nízké zastoupení podkožního tuku s sebou nese zdravotní riziko v podobě různých dysfunkcí, neboť určité množství tuku je nutné pro zachování základních fyziologických funkcí. Esenciální lipidy, jako např. fosfolipidy jsou využívány ke stavbě buněčných

membrán, tuky jsou zapojeny do transportu a využití vitamínů rozpustných v tucích, lipoproteiny 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 (Riegerová, et al., 2006).

První složkou je tuk zásobní, ukládající se v podkoží (podkožní tuk), který se využívá jako zásobárna energie a izolace proti chladu. Druhou složkou je tuk esenciální, který má mechanickou funkci – obal ledvin, tukové těleso v podpažní jamce, kostní dřeni, mozku, periferních nervech apod. Množství esenciálního tuku se pohybuje mezi 3 % tělesného tuku u mužů a 12 % u žen. Procento tuku stoupá s věkem. Tělesný tuk by měl být v rozmezí 10 – 20 % u mužů a 18 – 28 % u žen. Hodnoty vyšší než 25 % u mužů a 29 % u žen jsou považovány za rizikové pro rozvoj chronických onemocnění a poukazují na obezitu (Biospace, 2009; Havlíčková, 1999). Třetím typem je tuk viscerální (útrobní), který se ukládá do prostoru mezi orgány, neboli do míst, kde se přirozeně nevyskytuje.

Vyšší množství viscerálního tuku ($> 100 \text{ cm}^2$) negativně ovlivňuje fyziologické pochody a vyvolává řadu onemocnění. U mužů nejde jen o kardiovaskulární a metabolická onemocnění, ale i o sníženou plodnost související s kvalitou spermií a problémy s erekcí. Ukládání viscerálního tuku je ovlivněno řadou faktorů (věkem, konstitučně, nedostatkem pohybu, pohlavím, etnickou příslušností apod.) (Riegerová, Kapuš, & Gába, 2010).

Tuk je zdrojem energie, slouží jako úložiště pro některé vitamíny a je důležitou komponentou buněčné membrány. Tuk obaluje orgány v těle, slouží jako tlumič nárazů a v neposlední řadě funguje jako izolátor tělesného tepla. Izolační vlastnosti mohou být i jako negativní faktor v horkém prostředí, kdy je ztráta tepla pro organismus dokonce žádoucí (Spirduso, Francis, & MacRae, 2005).

Tuk a tuková tkáň také zajišťují velké množství důležitých fyziologických funkcí. Tuk slouží jako stavební kámen buněčných membrán. Je nezbytný pro zdravý vývoj, buňky jsou tvořeny značným množstvím tuku, mozek je z něj tvořen až ze 70 %. Tuková tkáň je energeticky nejbohatší a tvoří tak zásobárnu energie. Zajišťuje též transportní systém pro vitamíny rozpustné v tucích. Slouží jako termoregulační orgán a zabraňuje mechanickému poškození organismu tlumením nárazů. Tuková tkáň je významným zdrojem hormonů, mezi nejznámější patří leptin. Jejich základní funkcí je regulace příjmu potravy a také ukládání energie. Dále je to regulace účinku inzulínu, protizánětlivá obrana a regulace metabolismu

pohlavních hormonů. Tuková tkáň tvoří funkci rezervoáru imunitních buněk, které se po vycestování z tukové tkáně mění na vlastní buňky imunitního systému (Vítek, 2008).

Ženy mají podstatně více tělesného tuku než muži, protože potřebují více tuku ke specifickým funkcím jejich organismu, který se týká především reprodukce (Spiriduso, et al., 2005).

2.3.2 Tukuprostá hmota (FFM)

FFM je heterogenní komponentou. Vzájemný poměr jejích složek (kostra, svalstvo, ostatní tkáň) je variabilní v závislosti na věku, pohybové aktivitě a dalších exo- i endogenních faktorech. Uvádí se, že FFM tvoří z 60 % svalstvo, z 25 % opěrné a pojivové tkáň a 15 % tvoří hmotnost vnitřních orgánů. V lidském těle nacházíme tři typy svalové tkáně: kosterní svaly (příčně pruhované, 30 % u ženy, 40 % u muže), srdeční sval a hladké svalstvo (10 %). Tyto poměry se však v průběhu ontogeneze mění (Riegerová, et al., 2006).

Obecně se udává, že kosterní svalstvo tvoří u novorozenců cca 25 % hmotnosti těla, u dospělých jedinců okolo 40 %. K největšímu nárůstu dochází mezi 15. a 17. rokem u chlapců, u dívek kolem 13. roku s výraznými sexuálními diferencemi při nástupu a v průběhu adolescence. Rozvoj svalstva u mužů mezi 17. a 40. rokem a u žen mezi 15. a 60. rokem je relativně stabilní. Pak následuje postupný pokles. Je zcela logické, že podstatně vyšších hodnot dosahují jedinci výrazně pohybově aktivní, a to ve značné závislosti na typu tělesného zatížení. Nejvyšších hodnot dosahují sportovci vysoké sportovní výkonnosti především v silových sportech. Rovněž je známo, že žena sportovkyně může dosahovat vyšších absolutních i relativních hodnot rozvoje svalstva než nesportující muž (Riegerová, et al., 2006).

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. Regionální zvláštnosti rozvoje svalstva jsou sexuálně diferencovány v období adolescence, a to nejen z hlediska velikosti přírůstků, ale i z hlediska časového průběhu. U chlapců jsou přírůstky větší a dosahují vrcholu v období růstového

sprintu (peak high velocity). U dívek jsou menší a vrcholu dosahují až s určitým zpožděním po věku PHV.

„Je známo, že podobný průběh má i rozvoj svalové síly. Regionální zvláštnosti rozvoje svalstva mají význam nejen jako doplněk hodnocení tělesného složení a jako diagnostické kritérium rozvoje silových předpokladů. Jsou podstatné i z hlediska biomechanického“ (Riegerová, et al., 2006, pp. 61-62).

2.3.3 Celková tělesná voda (TBW)

Jelikož je tělesná voda největší komponentou tělesného složení, je její zjišťování velmi důležitou součástí měření tělesného složení.

Při zjišťování celkové tělesné vody pomocí bioelektrické impedance, tělem prochází slabý elektrický proud a elektrolyty obsažené v tělesné vodě slouží jako vodiče elektrického proudu. Pokud je objem TBW vyšší dochází ke slabšímu odporu elektrického proudu. U jedinců s vyšším obsahem tělesného tuku dochází při měření k většímu odporu elektrického proudu, protože tuková složka obsahuje velmi málo tekutiny. Měření celkové tělesné vody může být založeno na předpokladu, že TBW tvoří 73% tukuprosté hmoty (Schulz, 1993). U lidí s vyšším obsahem FFM a TBW je odpor elektrického proudu menší než u těch s menším obsahem tukuprosté hmoty (V. Heyward & Wagner, 2004).

Rokyta et al. (2000) tvrdí, že celková tělesná voda je nevýznamnější složkou celkové tělesné hmotnosti. Její množství je závislé na věku, pohlaví a tělesné hmotnosti. Průměrné množství tělesné vody u kojence se pohybuje od 80–85 %, u dítěte okolo 75 %, u dospělého muže 63 % a u dospělé ženy 53 %. Nejvíce vody je v krvi a v ostatních tělních tekutinách (91–99 %), ve svalové tkáni (75–80 %) a v kůži. Podstatně menší množství se nachází v tukové tkáni (10 %) a v kostech (22 %).

V lidském těle je celková tělesná voda (TBW) koncentrovaná do dvou hlavních prostorů, které jsou navzájem odděleny buněčnou membránou. U 70kg muže se v intracelulárním prostředí, hovoříme o intracelulární, nitrobuněčné tekutině (ICW), vyskytuje přibližně 65 % celkové tělesné vody, zbylých 35 % tvoří mimobuněčná (extracelulární) tekutina (ECW) (Gába, 2011).

Nitrobuněčná tekutina tvoří u dospělého muže asi 40 % tělesné hmotnosti (30 l u 75 kg muže), neboli 66 % veškeré tělesné vody. Mimobuněčná tekutina se podílí na celkové tělesné hmotnosti 15 l, tj. 20 %. Ženy mají distribuci vody nižší: intracelulární tekutina vytváří 32 %, extracelulární 21 %. Ženy vzhledem k vyššímu podílu tukové frakce disponují nižším podílem vody (Rokyta, et al., 2000).

Extracelulární tekutina tvoří v průměru 16 až 20% váhy těla, za 24 hodin vzniká cca 20 l ECW. Množství resorpce do kapilárního krevního řečiště představuje cca 80% ECW. Zbývajících 20% musí být odvedeno lymfatickým řečištěm. Proudění lymfy napomáhají lymfokinetické faktory (svalové kontrakce, pohyb podkožního vaziva, změny nitrobřišního tlaku, dýchací pohyby hrudníku, pulzová vlna a další). ICW je naopak zásadní, metabolicky aktivní složkou buněčné cytoplasmy (Spirduso, et al., 2005).

Podíl celkové tělesné vody se snižuje v průběhu prenatálního vývoje a v prvním roce života. Během raného a středního dětství (cca do 12. roku) zůstává podíl celkové tělesné vody relativně konstantní. Do tohoto období také nebyly pozorovány výrazné sexuální rozdíly.

K sexuální diferenciaci dochází až v postpubertálním období – u chlapců se míra hydratace zvyšuje, u dívek snižuje. Podíl extracelulární tekutiny v období mezi 12. – 18. rokem je poměrně stabilní, podíl intracelulární tekutiny se v tomto období u chlapců zvyšuje, u dívek snižuje. Míra hydratace se rovněž snižuje s věkem (Riegerová, et al., 2006).

2.3.4 Body mass index (BMI)

Kombinaci tělesné výšky a váhy zjistíme body mass index známý jako BMI. BMI vypočteme tak, že vydělíme tělesnou váhu v kilogramech tělesnou výškou v metrech umocněnou na druhou (Spirduso, et al., 2005).

$$\text{BMI} = \text{hmotnost (kg)} / (\text{výška}^2 \text{ (m)})$$

Čím vyšší je BMI index, tím je větší pravděpodobnost výskytu tělesného tuku. Nicméně, i u mladých sportovců silových disciplín může být BMI vyšší, z důvodu větší svalové hmoty. Vyšší BMI je spojen s výskytem kardiovaskulárních chorob, diabetes, hypertenzí a určitými druhy rakoviny (American College of Sports Medicine, 1998).

Ačkoli stanovení BMI přímo nevypovídá o obezitě a procentu tuku v těle, může být ale použito pro přibližné zjištění tuku a je přesnější než váha jedince samotná. Současné

studie prokázaly výskyt abdominální obezity jako další indikátor chorobnosti a úmrtnosti. U nekuřáků bylo zjištěno, že obvod pasu je mnohem lepší predikátor příčiny úmrtí, než vysoký BMI nebo (WHR) poměr obvodu mezi boky a pasem (Seidell & Visscher, 2000).

Příčinou onemocnění není pouze nadbytečný tuk, ale především oblast v těle, v jaké se tento nadbytečný tuk nachází (Spirduso, et al., 2005).

Tabulka 1. Klasifikace hmotnosti podle BMI (dle WHO, 1998)

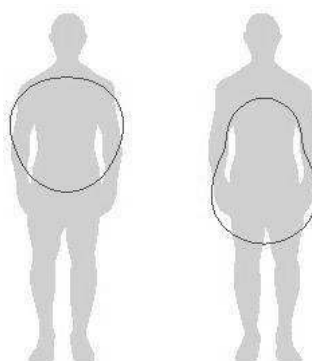
Stupeň	BMI (kg/m ²)	Riziko komplikací obezity
Podváha	<18,5	Nízké (ale stoupá riziko jiných zdravotních problémů)
Normální váha	18,5–24,9	Průměrné
Nadváha	25,0–29,9	Mírně zvýšené
Obezita I. stupně	30,0–34,9	Střední
Obezita II. stupně	35,0–39,9	Vysoké
Obezita III. Stupně	>40	Velmi vysoké

2.3.5 Waist-Hip ratio (WHR)

Waist-Hip ratio index neboli WHR je ukazatelem distribuce tuku na těle. Rozmístění tuku může být buď androidní (mužský typ), u kterého se ukládá tuk v břišní části (centrálně) nebo gynoidní (ženský typ) pro který je typické ukládání v oblasti hýždí a stehen (periferně).

„Androidní typ obezity je rizikovým faktorem arteriosklerózy a dalších onemocnění, zatímco gynoidní typ je zdravotně méně nepříznivý“ (Kokaisl, 2007, 46).

Obrázek 3. Distribuce tuku (upraveno www.sportvital.cz)



Tabulka 2. Rozdělení WHR podle zdravotní rizikovosti u mužů různých věkových kategorií (upraveno dle V. Heyward & Wagner, 2004)

	Riziko				
	Věk	Nízké	Mírné	Vysoké	Velmi vysoké
Muži	20-29	<0,83	0,83–0,88	0,89–0,94	>0,94
	30-39	<0,84	0,84–0,91	0,92–0,96	>0,96
	40-49	<0,88	0,88–0,95	0,96–1,00	>1,00
	50-59	<0,90	0,90–0,96	0,97–1,02	>1,02
	60-69	<0,91	0,91–0,98	0,99–1,03	>1,03

Pro přesnější určení tělesného složení z hlediska aktivní a pasivní tělesné hmoty se používají další dva indexy – fat free mass index (FFMI) a body fat mass index (BFMI). FFMI je definován jako poměr FFM (kg) a druhou mocninou tělesné výšky (m). BFMI je definován stejným způsobem jen na místě dělence je BFM. BMI je pak možné definovat jako součet obou těchto indexů. FFMI a BFMI je vhodné používat pro klasifikaci obezity u seniorů. Oba indexy slouží k posouzení tzv. sarkopenie. Pokud je hodnota FFMI příliš nízká jedná se o známku sarkopenie.

Tabulka 3. Klasifikace hmotnostně-výškových indexů u mužů různých věkových kategorií (upraveno dle U. G. Kyle, Genton, Gremion, Slosman, & Pichard, 2004)

Kategorie FFMI a BFMI	FFMI (kg/m²)	BFMI (kg/m²)
Muži		
Velmi vysoká	-	≥ 8,3
Vysoká	≥ 19,8	5,2–8,2
Normální	16,7–19,7	1,8–5,1
Nízká	≤ 16,6	≤ 1,7

2.4 Změny tělesného složení v závislosti na věku

Podle Woodrowa (2009), při stárnutí dochází ke změnám tělesného složení, které mají významný dopad na zdraví a funkci těla. Mezi nejčastější změny patří úbytek svalové hmoty (sarkopenie) jako součást tukuprosté hmoty, a také změny obsahu a distribuce tělesného tuku s kombinací sarkopenické obezity. Sarkopenická obezita je způsobena kombinací současné epidemie obezity a stárnutím podmíněné redukce svalové hmoty (www.kolonoskopie.cz).

Změny v tělesném tuku a především rozložení tělesného tuku je spojeno s nežádoucími účinky a zvýšením metabolismu což vede ke kardiovaskulárnímu riziku. Úbytek kosterní svalové hmoty a síly má u seniorů významný dopad na jejich funkci.

Změny tělesného složení během stárnutí mění složení tukuprosté hmoty, stejně tak dochází i ke změnám v distribuci tuku což může vést k chybám měření (Woodrow, 2009) Studie prokázaly, že od období adolescence až do středního věku dochází ke zvýšení FFM a poté dochází k následnému poklesu. Při stárnutí dochází k úbytku kosterního svalstva což má za následek snížení FFM. U mužů a žen starších 60 let dochází ke snižování tukuprosté hmoty, u jedinců starších 75 let je toto snižování mnohem rychlejší (U. G. Kyle et al., 2001). Obdobný vývoj lze také pozorovat u chorobných stavů včetně AIDS a při selhání ledvin. Příčin může být několik. Snížení pohybové aktivity, nedostatečný příjem bílkovin v potravě, endokrinní abnormality (např. změny funkce růstového hormonu, testosteronu a estrogeneru) záněty a snížení neuronální stimulace kosterních svalů (Woodrow, 2009).

2.5 Metody zjištění odhadů tělesného složení

Nejběžnějším odhadem tělesného složení je stanovení BMI. Tato metoda se prokázala jako nepřesná pro zjištění tělesného tuku. Další jednoduchou metodou je měření kožních řas, která je jednoduchá, ale postrádá přesnost a opakovatelnost měření. Další metody jako podvodní vážení vyžadují spolupráci měřeného subjektu a výkonné měřicí vybavení společně s odborníky provádějící takové měření (U. G. Kyle, Slosman, & Pichard, 2000).

Podle Kyle, et al. (2000) se v současnosti hojně využívá metoda měření bioelektrické impedance k zjištění podílu tukové a tukuprosté hmoty, kvůli nízkým nákladům na měření a rychlosti vyhodnocení informací.

2.5.1 Bioelektrická impedance

BIA je metodou neinvazivní, relativně levnou, terénní, bezpečnou a v poslední době velmi rozšířenou na celém světě. Lze ji využít pro stanovení konkrétních parametrů u zdravých jedinců i u pacientů s různými klinickými diagnózami. Princip této metody spočívá na rozdílech v šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota, obsahující vysoký podíl vody a elektrolytů, je dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se chová jako izolátor. Aplikace konstantního střídavého proudu nízké intenzity vyvolává impedanci vůči šíření proudu, závislou na frekvenci, délce vodiče, jeho konfiguraci a průřezu (Riegerová, et al., 2006).

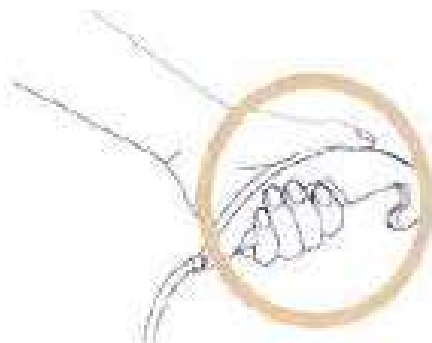
Bioelektrická impedance je nově vyvinutá technologie, která využívá rozdílné šíření slabého elektrického proudu v různých biologických strukturách. Elektrické vlastnosti tkáně byly popsány už roku 1871. Postupně docházelo k popsání širšího spektra frekvencí na větší rozsah tkání. Do roku 1970 byly položeny základy BIA, které ukazovaly na vztah mezi impedancí a obsahem vody v těle. Od devadesátých let 20. století se setkáváme i s multifrekvenčními analyzátory (U. G. Kyle et al., 2004). Tato metoda je ve spojení s InBody 720 za dostatečně validní a reliabilní pro široké populační spektrum (Riegerová et al., 2010).

Analyzátor složení těla InBody 720 od firmy Biospace využívá metodu bioelektrické impedanční analýzy (BIA). Tělesný tuk, ve srovnání s tělesnou vodou, jako krev, má mnohem menší vodivost a za těchto okolností má poměrně vysokou impedanci. Proto u jedinců se stejnou tělesnou hmotností naměříme vyšší impedanci u osoby, která má vyšší podíl tělesného tuku. Konkrétně, InBody 720, která využívá segmentální metodu BIA, měří impedanci každé končetiny a trup samostatně (Biospace, 2009).

Přístroj InBody 720 používá princip multi-frekvenční bioelektrické impedanční analýzy s osmi bodovými dotykovými elektrodami (Obrázek 4). Tyto elektrody jsou umístěny jak na horní části přístroje – palcová a dlaňová elektroda tak i na spodní části, kde se nachází elektrody pro přední a zadní části chodidla. Důležitý je správný úchop a postavení nohou (Obrázek 5 a 6).



Obrázek 4. InBody 720 (dle Biospace, 2009b)



Obrázek 5. Správný úchop palcové a dlaňové elektrody (dle Biospace, 2009c)



Obrázek 6. Správné postavení nohou na elektrodách (dle Biospace, 2009c)

Pro měření BIA je komerčně vyráběna také řada monofrekvenčních přístrojů, využívající excitační proud 800 μA s frekvencí 50 kHz. U těchto frekvencí proud prochází pouze extracelulární vodou, na vyšších frekvencích - multifrekvenční přístroje (500-800 kHz) prostoupí proud buněčnou membránou a prochází i intracelulární vodou (V. Heyward & Wagner, 2004).

Pro odborné studie je vhodné využívat tetrapolárních přístrojů pro stanovení BIA, kdy jsou k dispozici čtyři elektrody – dvě jsou umístěny na dolní končetině a dvě na horní končetině. V komerční sféře se využívá bipolárních přístrojů. Bipolární BIA je označována jako ruční, kdy elektrický proud probíhá pouze horní částí těla nebo bipedální, nožní, kdy elektrický proud prochází dolní částí těla (Riegerová, et al., 2006).

Metoda BIA je velmi citlivá na stav hydratace organismu, což může být její výhodou i nevýhodou. Dále záleží na termoregulaci a povrchové teplotě kůže. Aktuální hodnoty tělesného složení získané metodou BIA jsou ovlivněny také množstvím svalového glykogenu (Lukaski a kol., 1987). Podle (Havličkové a kol., 1999) také hraje vliv předchozí tělesné zatížení především anaerobního charakteru.

2.6 Antropometrie

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

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

„U nás nejčastěji používanou metodou je odhad tělesného složení ze součtu deseti kožních řas podle Pařízkové (1962). Stále se význačně uplatňuje i původní Matiegkova metoda či její modifikace podle Drinkwatera (1980)“ (Riegerová, et al., 2006, p. 27).

Odhad podílu tuku na základě tloušťky kožních řas (podkožního tuku) je založen na dvou základních předpokladech:

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

Tyto předpoklady však nebyly jednoznačně potvrzeny. Není dostatek informací o distribuci tuku v různých populačních skupinách. Víme však, že distribuce tuku se mění s věkem v závislosti na pohlaví, pohybové aktivitě a dalších faktorech. Z toho důvodu je validita regresních rovnic pro odhad tělesného složení z kožních řas omezena jen na populační skupinu, ze které byly rovnice odvozeny.

Vlastní měření vyžaduje velmi pečlivý zácvek. I u zkušených antropologů může chyba měření dosáhnout 5 %, přičemž se pravděpodobnost chyby zvyšuje u extrémně vysokých či nízkých hodnot.

Výhoda metody kaliperování či dalších antropometrických postupů spočívá v tom, že vyšetření nezatěžuje probanda, je rychlé, použitelné v terénních podmínkách a v rozsáhlejších studiích (Riegerová, et al., 2006).

2.6.1 Biofyzikální a biochemické metody

Kromě kaliperace byly pro měření tloušťky kožních řas vyvinuty i další metody. Tyto alternativní přístupy se snaží odstranit technické chyby při měření kaliperem, dané především různou stlačitelností tkání u osob s extrémními variantami tělesného složení. Uvedené metody jsou založeny na podobných principech jako kaliperace a v tomto důsledku je omezení jejich přesnosti stejné jako při použití kaliperu.

Denzitometrie

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

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

Magnetická rezonance (MR)

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

Hydrostatické vážení

Objem těla je zjišťován z rozdílu hmotnosti těla změřené „na suchu“ a pod vodou, s korekcí na denzitu a teplotu vody v okamžiku vážení. Vážení pod vodou se provádí na hydrostatické váze. Při vážení pod vodou je tělo nadlehčováno vzduchem, který se nachází v dýchacích cestách a plicích. Proto se vážení provádí v maximálním expiriu a výsledek je korigován o objem reziduálního vzduchu. Gastrointestinální plyn, jehož objem je podstatně menší (cca 100 ml), není obvykle pro korekci uvažován. Nicméně je doporučeno provádět měření v postabsorbčním stavu, aby jeho objem byl maximálně redukován.

Stanovení reziduálního objemu plic může být provedeno

- a) současně při odečítání hmotnosti pod vodou,
- b) bezprostředně před nebo po vlastním měření,
- c) odhadem ze známých spirometrických objemů jako 20 % celkové plicní kapacity či 30 % vitální kapacity plic.

Vlastní stanovení reziduálního objemu plic se nejčastěji provádí vymýváním dusíku kyslíkem, s následnou analýzou vydechované směsi, měří se objem vzduchu v plicích

a dýchacích cestách pomocí diluční dusíkové metody nebo helia, další možností je voluminometrie nebo pletysmografie (Riegerová, et al., 2006).

Hydrometrie

Poznatek, že voda není obsažena v rezervním tuku, ale tvoří relativně fixní frakci tukuprosté hmoty, se stal základem pro stanovení tělesného složení z tzv. celkové tělesné vody. Výpočet FFM (tukuprosté hmoty) z celkového objemu vody vychází z předpokladu stavu normální hydratace (73 %). Množství tuku je pak vypočítáváno jako rozdíl hmotnosti a FFM (Riegerová, et al., 2006).

DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry – duální rentgenová absorpciometrie)

Tato metoda měří diferenciální ztenčení dvou rtg. paprsků, které prochází organismem, rozlišuje kostní minerály od měkkých tkání, a ty rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu (čtyřkomponentový model – kostní minerály, proteiny, voda a tuk). Jedná se o nejnovější technologii, kterou získáváme komplexní složení lidského těla a jednotlivých segmentů. Metoda vyžaduje minimální spolupráci sledované osoby. Nevýhodou je vysoká cena

a expozice určitému množství rtg. záření. Tato metoda je v současnosti považována za nejlepší referenční metodu, tzv. zlatý standard (Riegerová, et al., 2006).

Celkový tělesný vápník

Metoda je využívána pro kvantitativní hodnocení celkových kostních minerálů. Je založena na předpokladu, že vápník je konstantní frakcí jejich celkového obsahu (38–39 %). Je ovšem známo, že vápník může být i u zdravého jedince ukládán mimo kostní tkáň, což je hlavní kritikou této metody (Riegerová, et al., 2006, p. 43).

Mezi další biofyzikální a biochemické metody patří radiografie, ultrazvuk, voluminometrie a pletysmografie.

2.7 Rozdělení lidského věku

Somatický růst je ukazatelem zdravotního stavu jedince i populace, ukazatelem sociálních a ekonomických aspektů v minulosti a přítomnosti. Je primárně řízen genetickým kódem, ovlivňován působením hormonů a faktory zevního prostředí. K faktorům zevního prostředí řadíme faktory mateřské, klimatické a geografické, sociálně ekonomické, zdravotní stav jedince, pohybovou aktivitu aj. Hlavním činitelem, jehož prostřednictvím působí i další faktory je výživa (Riegerová, et al., 2006).

Mnoho pedagogů, biologů i lékařů se pokoušelo rozdělit lidský věk do přesně vymezených období, přesné hranice však neexistují. Každé období je výsledkem přirozeného vývoje v období předcházejícím. Existují také velké rozdíly intersexuální, individuální a etnické. Proto veškeré údaje o délce trvání jednotlivých životních období jsou přibližné a informativní a jsou stanoveny konvencí (Riegerová, et al., 2006).

DOSPĚLOST (Juvenis)	Od 15–18 let	Od dosažení pohlavní dospělosti adolescence (mladistvá dospělost)
Plná dospělost (Adultus)	Do 30 let	Zakládání rodiny, vrchol tělesné výkonnosti
Zralost (Maturus I)	Do 45 let	Psychické zrání, počátek regrese morfologických znaků
Střední věk (Maturus II)	Do 60 let	Vrchol psychické výkonnosti, pokles tělesné výkonnosti
Stárnutí (Presenilis)	Do 75 let	Involuční změny, biologické „předpolí“ stáří
Stáří (Senilis)	Do 90 let	Stařecké změny, psychické a fyzické
Kmetský věk	Nad 90 let	

Tabulka 4. Rozdělení lidského věku (upraveno dle Riegerová, et al., 2006).

Stáří kalendářní označováno jako matriční či chronické je jednoznačně vymežitelné, protože je dáno rokem narození. Pro přesné určení stáří organismu je ovšem kalendářní rok nedostačujícím kritériem. (Kalvach, Zadák, Jiráček, Zavázalová, & Sucharda, 2004) uvádí jeho nedostatek v nezohlednění posouvání věkové hranice zapříčiněné zlepšujícím se zdravotním stavem nově stárnoucí generace. Haškovcová (1989) ve své knize *Fenomén stáří* uvádí, že nápadný rozdíl mezi skutečným a kalendářním věkem bývá patrný zejména v období odchodu do důchodu.

Experti WHO (Světové zdravotnické organizace) navrhli v 60. letech 20. století věkové hranice, které ohraničují střední a vyšší věk (Zavázalová et al., 2001, pp. 12–13)

1. *období středního věku*: 45–59 let
2. *období raného stáří*: 60–74 let
3. *období vlastního stáří*: 75–90 let
4. *období dlouhověkosti*: 90 let a více

Dělení rozdělující období vyššího věku dle Kalvacha et al. (2004):

1. 65–74 let: *mladí senioři* – problematika penzionování, volného času, aktivit, seberealizace
2. 75–84 let: *staří senioři* – problematika adaptace, tolerance zátěže, specifického stonání, osamělosti
3. 85 a více let: *velmi staří senioři* – problematika soběstačnosti a zabezpečení

Stáří biologické „je označení pro konkrétní míru involučních změn daného jedince“ (Kalvach, et al., 2004). „Odpovídá skutečnému funkčnímu potenciálu člověka“ (Pacovský & Heřmanová, 1981, p. 15).

Pacovský (1994) považuje biologický věk za důsledek geneticky řízeného procesu stárnutí, celoživotním působením zevního prostředí a chorobných situací.

Spirduso et al. (2005) definují biologické stáří jako proces nebo soubor procesů, které rozdělují savce na základě změn v jejich homeostázi s ohledem na čas, což je vyjádřeno progresivním snížením životaschopnosti a zvýšenou zranitelností těla, která vede ke smrti.

V této souvislosti se používá termín biomarkery, které dokážou určit rychlost změn ve funkci, či výkonu organismu. Rychlost změn by přitom měla být přímo úměrná rozdílům v druhově specifické maximální délce života (Kalvach, et al., 2004).

Biologický věk nás informuje o tom, jak kvalitní a funkční máme organismus. Jeho růst vzhledem k věku chronologickému má za následek rezistenci organismu. Metodika pro hodnocení biologického věku vychází z longituálních studií, kdy je sledováno mnoho biomarkerů např. vitální kapacita plic, tloušťka kožních řas, silové ukazatele, obsah minerálních látek v kostech aj. (Riegerová, et al., 2006).

2.7.1 Stárnutí

Stárnutí je proces, kterým prochází každý člověk bez rozdílu, ale žádný tomu vlastně nerozumí, proč se tak děje. Mnoho lidí si již dlouhá staletí pokládají otázku co je vůbec stárnutí? Co to způsobuje? Může být stárnutí zastaveno nebo zpomaleno? (Spirduso, et al., 2005).

Přestože všichni stárneme, každý z nás stárne tak trochu jinak. Někdo se dožívá vyššího věku v závislosti na způsobu života apod. Tímto studiem se zabývá gerontologie. Délka života a jeho kvantita se dá změřit. Byla vytvořena statistická křivka délky života, pomocí, které se

dá predikovat rychlost stárnutí. Vědci chtějí porozumět základním procesům a příčinám stárnutí, aby se mohla kvantita života co možná nejvíce maximalizovat. Výsledky jejich studií poskytují podklady pro řadu teorií stárnutí (Spirduso, et al., 2005).

Nejde jen o to pochopit základní procesy stárnutí, ale především o to jak stárnutí zpomalit nebo úplně zastavit. Cílem vědců je posunout křivku stárnutí co nejdále, aby se lidé mohli dožívat vyššího věku. K naplnění tohoto cíle vede několik faktorů, jako jsou zdravá výživa a tělesná cvičení (Spirduso, et al., 2005).

Podle Heywarda a Wagnera (2004) je se stárnutím spojená celá řada významných změn v tělesném složení, které ovlivňují zdravotní stav starších osob a seniorů. Jak už bylo zmíněno, dochází ke zvýšení tělesného tuku a tuku viscerálního, který je často spojován s rizikem výskytu kardiovaskulárních onemocnění. Pokles tukuprosté hmoty znamená úbytek kosterního svalstva, kostních minerálů a tím dochází k celkovému úbytku síly a následné křehkosti pohybového aparátu. Přestože jsou tyto poznatky všeobecně známy, vědci se snaží nalézt a zaznamenat změny jednotlivých komponent jako jsou tělesná voda, proteiny spojené s procesem stárnutí.

Stárnutí probíhá neúprosným během času a relativně málo lidí umírá na stárnutí jako takové. Většina starých lidí umírá z důsledku toho, že jejich těla ztrácí schopnost odolávat fyzickým a environmentálním stresům. U mladého organismu je schopnost rezervovat čili uchovat fyzické kapacity a vytvořit si nadbytek těchto kapacit vysoká pro případ nějaké nemoci, virového onemocnění či fyzické zátěže. V průběhu stárnutí se tato schopnost snižuje (Spirduso, et al., 2005).

Stárnutí je také spojeno se změnami v tělesné stavbě i složení. Od narození po stáří dochází k poklesu množství celkové tělesné vody ze 75 % na 45 %. Asi 2/3 tohoto množství je tvořeno tekutinou intracelulární, 1/3 tekutinou extracelulární. Starší jedinci mají tedy na každý kilogram tělesné hmoty asi o 20 ml méně extracelulární tekutiny, což u člověka vážícího 70 kg činí rozdíl přibližně 1500 ml. Stoupá celkový podíl tukové tkáně, především v centrálních oblastech. To může vést až k abdominální obezitě, která bývá spojena s kardiovaskulárním onemocněním, diabetem 2. typu a rakovinou. Dochází k úbytku svalové hmoty tzv. sarkopenii. Úbytek svalové hmoty (především v kosterním svalstvu) snižuje hodnotu bazálního metabolismu, a také svalovou sílu, což často vede k poklesu fyzické aktivity. Z antropometrického hlediska dochází k mohutnění postavy. U mužů i žen se mění

tvár hrudníku a zároveň se zvětšuje jeho obvod. Při srovnání věku 20 a 60 let dochází ke změně až o 5 cm u mužů a 9 cm u žen. Mění se tělesné proporce, a to převážně poměr šíře ramen a boků či pasu (Havlíčková, 1999; Kalvach et al., 2004; Schuit 2006).

Spiriduso et al. (2005) tvrdí, že dochází k poklesu tělesné výšky ve věku 40 až 60 let a pak každou dekádu o 1 cm. De Groot et al. (2002) zjistil, že u seniorů ve věkové rozmezí 70–75 let dochází k poklesu tělesné výšky o 1,5–2,0 cm.

2.7.2 Primární a sekundární stárnutí

Podle Spiriduso et al. (2005) procesy stárnutí představují univerzální změny ve věku lidí a jsou nezávislé environmentálnímu vlivu či nemocem. Počátek puberty u dětí, menopauza u žen jsou příklady změn souvisejících s věkem, a nemají tedy co dočinění s nemocemi.

Spiriduso et al. (2005) charakterizuje procesy stárnutí jako primární a sekundární. Primární stárnutí se týká změn v organismu, které souvisejí se stárnutím jako takovým bez ohledu na vliv prostředí a nemocem. Kdežto k sekundárnímu stárnutí patří klinické syndromy, které zahrnují vliv prostředí a nemoci. Třebaže jsou tyto procesy rozděleny na primární a sekundární, neznamená to, že by byly od sebe odděleny, naopak jsou vzájemně propojené. Jsou v přímé interakci jeden s druhým. Nemoci a environmentální stres může urychlit procesy stárnutí a zvýšit zranitelnost organismu čelit nemoci a environmentálnímu stresu.

2.7.3 Rozdíly v pohlaví

Jedna ze zajímavých otázek je, proč se ženy celosvětově dožívají vyššího věku v průměru o 4 až 10 let než muži? Přestože se rodí více mužů než žen, ženy se dožívají vyššího věku a přežívají muže. Ženám se již od početí skýtá výhoda, že se dožijí vyššího věku než muži. Zajímavé je, že při potratech a narození mrtvých plodů se jedná spíše o mužské pohlaví. Podíl mužské populace k ženské během života klesá (Spiriduso, et al., 2005).

Tělesné složení se mění v průběhu života a je ovlivněno jak geneticky tak i vnějšími faktory. S rostoucím věkem dochází k distribučním změnám tělesného tuku a redukci svalové a kostní hmoty. U žen tyto změny souvisejí s menopauzou, kdy dochází k snížení sekrece pohlavních hormonů. Nedostatek estrogenu urychluje hromadění tělesného tuku a tím zároveň dochází k poklesu tukuprosté hmoty. Se stoupajícím věkem roste i množství

intraabdominálního tuku, který má významný vliv na onemocnění kardiovaskulárního systému (Gába, Riegerová, & Přidalová, 2008).

Množství celkové tělesné vody je obecně nižší u žen než u mužů a tyto rozdíly jsou již zjevné v období puberty (Gába, et al., 2008).

Změny tělesného složení

Dospělí lidé mohou mít stejnou hmotnost i tělesnou výšku, ale jejich tělesné složení může být zcela odlišné. Jeden člověk může být štíhlý a svalnatý s vysokým procentem tělesné hmotnosti, u kterého dochází k aktivnímu metabolismu ve svalové tkáni, zatímco druhý může mít sedavý styl života, být zavalitý s vysokým procentem tělesné hmotnosti, protože jeho tuková složka je neaktivní. Tělesné složení ovlivňuje strava, pohybová aktivita a stárnutí. Tělesná hmotnost určuje celkovou hmotnost jedince, kdežto tělesné složení zahrnuje informace jednotlivých tělesných komponent (Spirduso, et al., 2005).

3 CÍLE

Cílem této studie je vyhodnocení tělesného složení dospělé mužské populace ve věkovém rozmezí adultus až maturus.

3.1 Dílčí cíl

Dílčím cílem této studie je rozbor vývoje tělesné výšky, tělesné hmotnosti a komponent tělesného složení získaných přístrojem InBody 720 sledovaných po deceniích.

4 METODIKA

4.1 Charakteristika souboru

Analýza tělesného složení byla provedena u souboru mužů (n=104), studentů kombinovaného studijního programu FTK UP, ve věkovém rozmezí 20–50 let (adultus–maturus). Vyšetření se uskutečnilo v letech 2009 a 2010. Tohoto vyšetření se zúčastnilo celkem 104 mužů. Měření probíhalo za standardních podmínek v laboratoři Fakulty tělesné kultury, pod dohledem odborného proškoleného personálu.

Pro posouzení tělesného složení v jednotlivých věkových kategoriích jsme soubor mužů rozdělili na 3 kategorie podle decenií. Četnostní zastoupení probandů v jednotlivých subsouborech včetně základních somatických charakteristik uvádíme v tabulce 5.

4.2 Použité metody a způsoby měření

Pro diagnostiku tělesného složení jsme použili přístroj InBody 720 (Biospace, Soul, Jižní Korea), který využívá principu multifrekvenční bioelektrické impedanční analýzy (1–1000kHz, 250mA). Tato metoda je považována za dostatečně validní a reliabilní pro široké populační spektrum (Gibson, Holmes, Desautels, Edmonds, & Nuudi, 2008; Malavolti et al., 2003).

Přístroj InBody 720 diferencuje tělesnou hmotnost na tři složky – celkovou tělesnou vodu (intracelulární a extracelulární tekutina), sušinu (proteiny a minerály) a tělesný tuk. Technologie využívá osmi dotykových elektrod (dvě jsou umístěny na dlani a palci ruky, další dvě na předním segmentu nohy a na patě) umožňujících analyzovat pět základních tělesných segmentů (levá a pravá horní končetina, trup, levá a pravá dolní končetina) nezávisle na sobě. Použitá metoda je unifikována, měření proběhlo v laboratorních podmínkách dle norem daných manuálem přístroje (Biospace, 2008). Základní antropometrické charakteristiky byly stanoveny s přesností na 0,5 cm, resp. na 0,1 cm u tělesné hmotnosti. Relativního riziko poškození zdraví posuzujeme dle BMI (body mass index), udávající hranici nadváhy 25,0–29,9 kg/m² a hranici obezity nad 30 kg/m² (WHO, 1998). Dále podle FFMI (fat-free mass index) a BFMI (body fat mass index), jejichž hodnocení vychází z norem, které uvádí (U. Kyle, Morabia, Schutz, & Pichard, 2004) Pro hodnocení abdominální obezity využíváme WHR (waist-hip ratio) a hodnoty viscerálního tuku (VFA – visceral fat area). Viscerální tuk je definován jako plocha transversálního průřezu v abdominální oblasti (L₄–L₅).

4.3 Somatické charakteristiky

Při rozboru tělesného složení byly sledovány následující somatické charakteristiky.

V textu a tabulkách uvádíme proměnné ve zkratkách, jež definujeme níže:

Tělesná výška (cm)

Tělesná hmotnost (kg)

BMI (kg/m^2) = Body Mass Index (index tělesné hmotnosti)

BFM (kg) = tuk (kg), zastoupení tukové frakce v absolutních hodnotách

BFMI (kg/m^2) = Body Fat Mass Index

PBF (%) = tuk (%), zastoupení tukové frakce v relativních hodnotách

FFM (kg) = Fat Free Mass (tukuprostá hmota)

FFMI (kg/m^2) = Fat Free Mass Index

SMM (kg) = Skeletal Muscle Mass (množství kosterního svalstva)

VFA (cm^2) = Visceral Fat Area (hodnocení viscerálního tuku)

Obesity Degree (%) = (hodnocení stupně obezity)

WHR = Waist-to-Hip Ratio (poměr pas/boky)

ICW (l) = Intracellular Water Mass (intracelulární voda)

ECW (l) = Extracellular Water Mass (extracelulární voda)

TBW (l) = Total Body Water Mass (celková tělesná voda)

Edema 1 = ECW/TBW

Edema 2 = ECF/TBF

BCM (kg) = Body Cell Mass (buněčná hmota)

BMC (kg) = Bone Mineral Content (obsah kostních minerálů)

Minerály (kg) = (absolutní zastoupení minerálů v těle)

Proteiny (kg) = (absolutní zastoupení proteinů v těle)

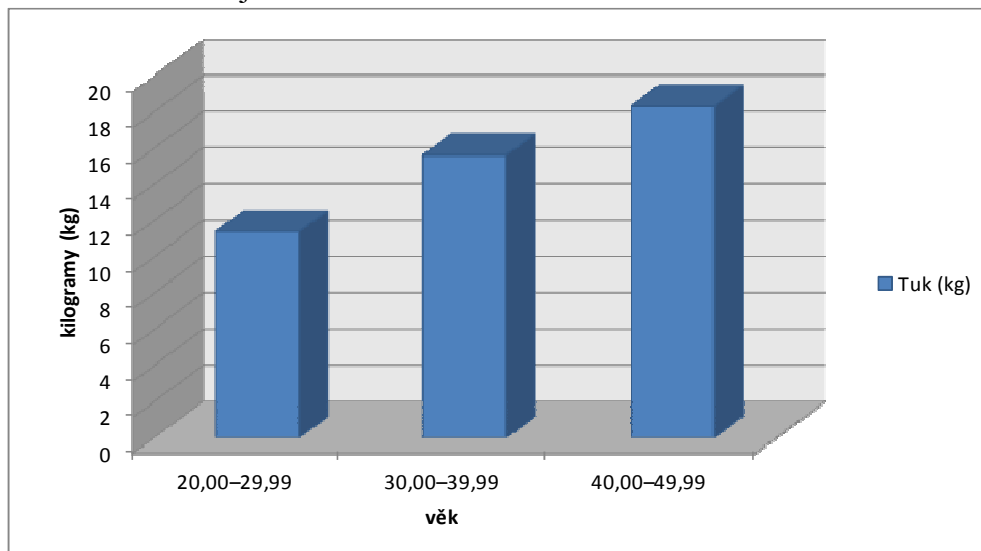
4.4 Statistické zpracování dat

Získaná data byla statisticky analyzována prostřednictvím softwaru Lookin' Body 3.0 (Biospace, Soul, Jižní Korea) a Statistica 9 (StatSoft, 2009). Normalita rozložení dat byla hodnocena Shapiro-Wilksovým W testem. Vzhledem ke splnění /nesplnění požadavku normálního rozložení dat, byly difference mezi jednotlivými subsoubory hodnoceny pomocí jednofaktorové analýzy variance (ANOVA) popř. Kruskal-Wallisův testem. Hodnocení statistické významnosti mezi jednotlivými subsoubory byly vypočítány pomocí LSD post hoc analýzy. Statistická významnost byla stanovena na hladině $p = 0,05$ resp. $p = 0,01$.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

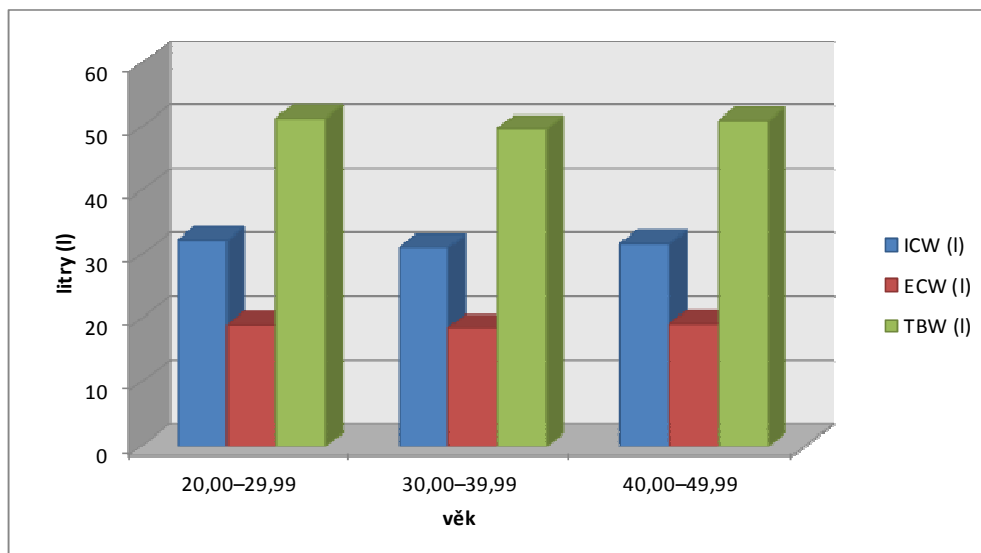
Absolutní hodnoty u jednotlivých obrázků jsou uvedeny v tabulce 5 této kapitoly.

Obrázek 7. Rozvoj tukové tkáně s věkem



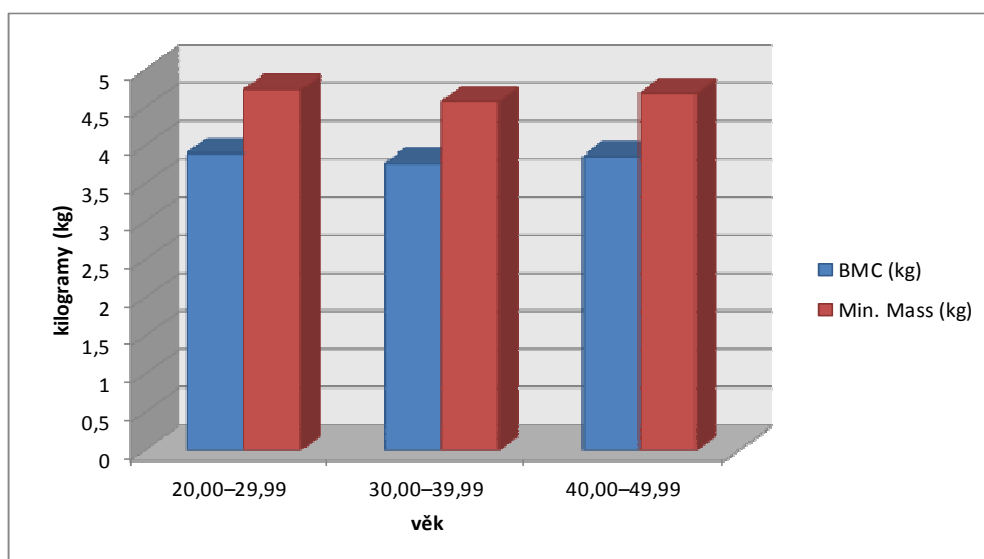
Z obrázku 7 vyplývá, že s přibývajícím věkem dochází k nárůstu tukové složky. Mezi 20letými a 30letými jsme zjistili statisticky významný ($p < 0,01$) nárůst u tukové frakce, který činil 4,24 kg. Mezi 30. a 40. decéniem nebyla statistická významnost potvrzena.

Obrázek 8. Rozvoj tělesné vody s věkem



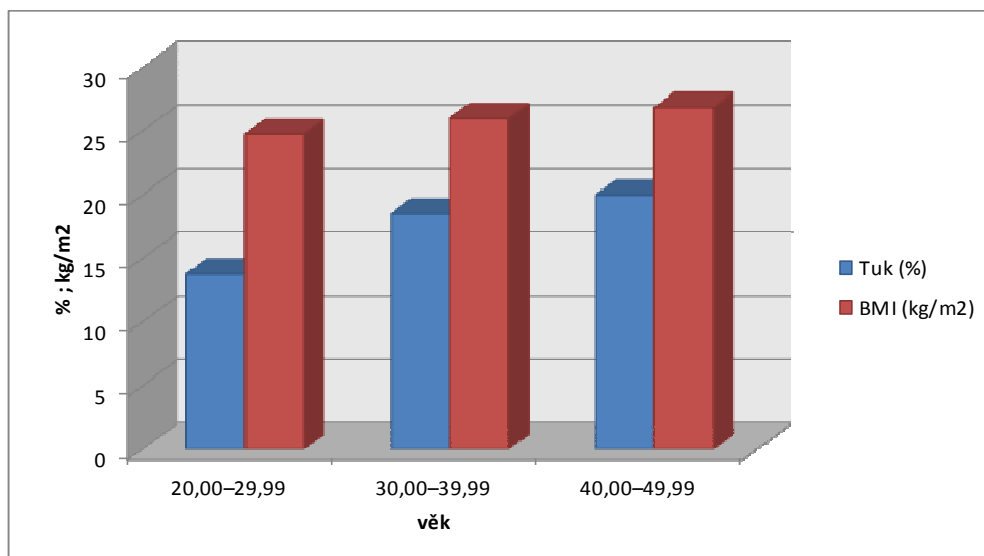
Obrázek 8 naznačuje pokles všech tří složek tělesné vody mezi 20. a 30. decéniem. Naopak u 40. decénia dochází k mírnému nárůstu. Tento jev souvisí pravděpodobně s individuálními rozdíly v daných kategoriích. U všech věkových kategorií je dodržen poměr $ICW : ECW = 3 : 2$.

Obrázek 9. Rozvoj množství kostních minerálů a celkových tělesných minerálů s věkem



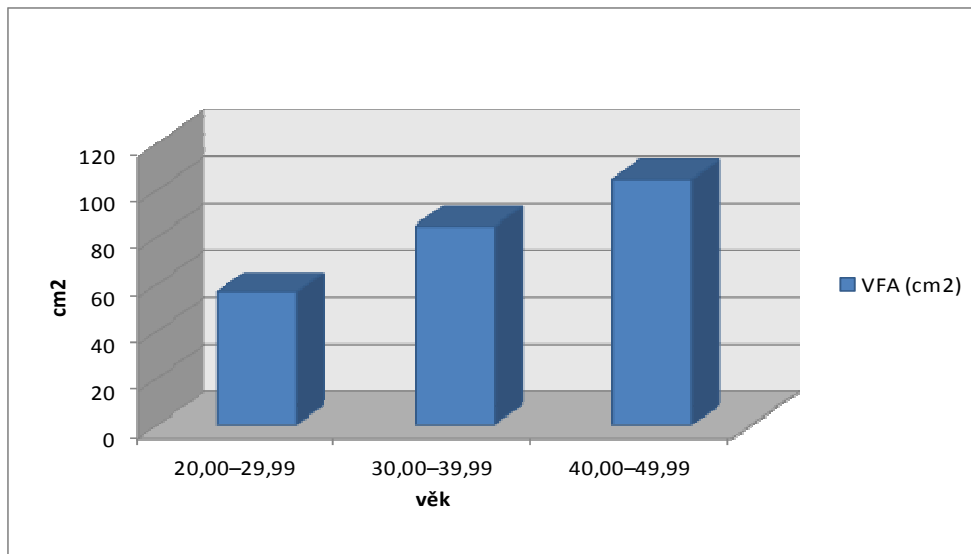
U obrázku 9 zaznamenáváme podobný trend jako u předchozího souboru mezi 20. a 30. decéniem dochází k mírnému poklesu množství kostních i tělesných minerálů, naopak u 40letých obě komponenty narůstají.

Obrázek 10. Rozvoj procentuálního zastoupení tukové frakce a BMI s věkem



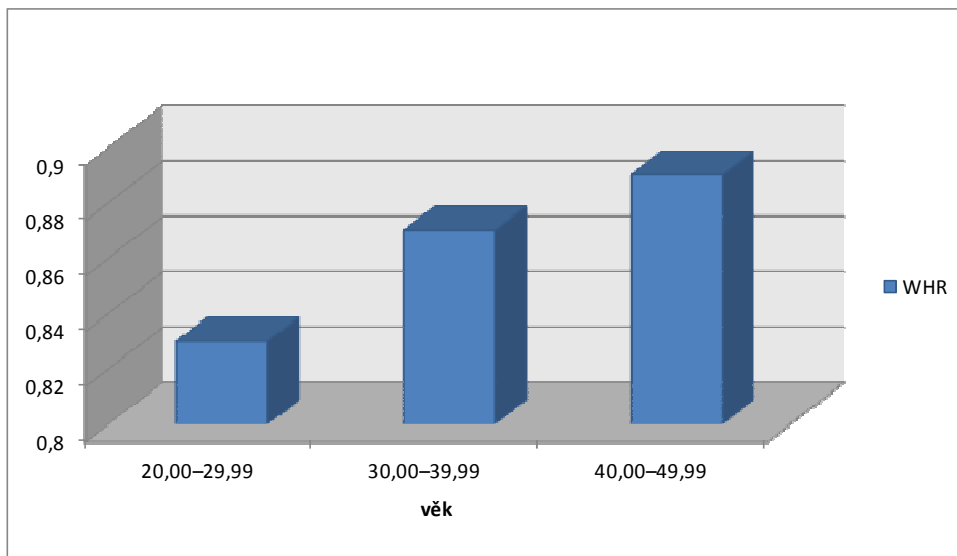
Co se týče procentuálního zastoupení tukové frakce, dochází k jeho postupnému nárůstu směrem ke starším věkovým kategoriím. Mezi 20. a 30. decéniem nacházíme statistickou významnost v nárůstu tukové složky a u souborů 30letých a 40letých mužů je překročena hranice 15 %, jež je označována jako ideální množství tělesného tuku. Body mass index nabývá u 30. a 40. decénia hodnot vyšších jak 25 kg/m², překračuje tedy hranici nadváhy.

Obrázek 11. Rozvoj viscerálního tuku s věkem



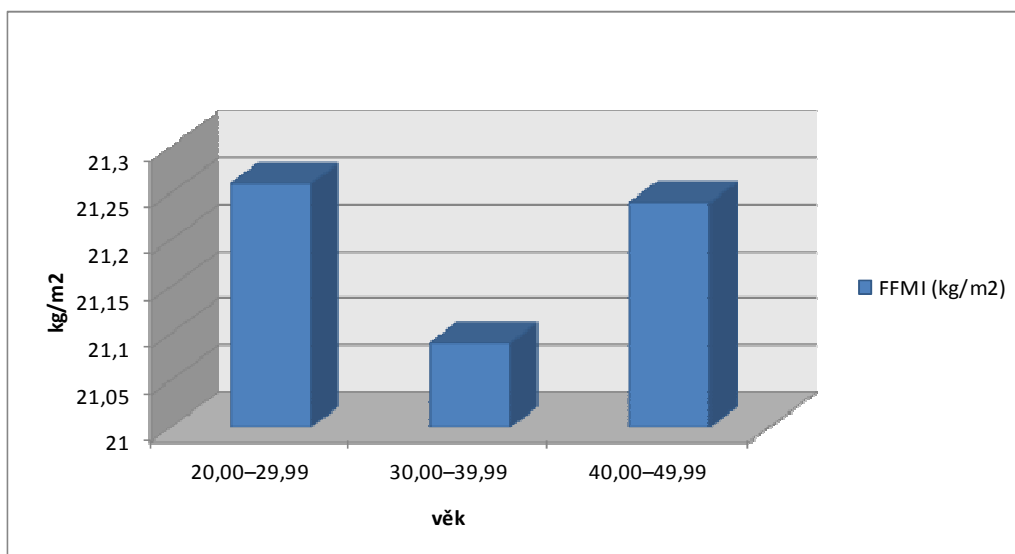
Z obrázku 11 je zřejmý nárůst (o 27,95 cm²) viscerálního tuku, který je mezi 20. a 30. decéniem statisticky významný ($p < 0,01$). U 40letých mužů přesahují hodnoty viscerálního tuku hranici 100 cm², která určuje abdominální obezitu a je spojena s rizikem výskytu kardiovaskulárních chorob.

Obrázek 12. Rozvoj WHR (abdominal obesity degree) indexu s věkem



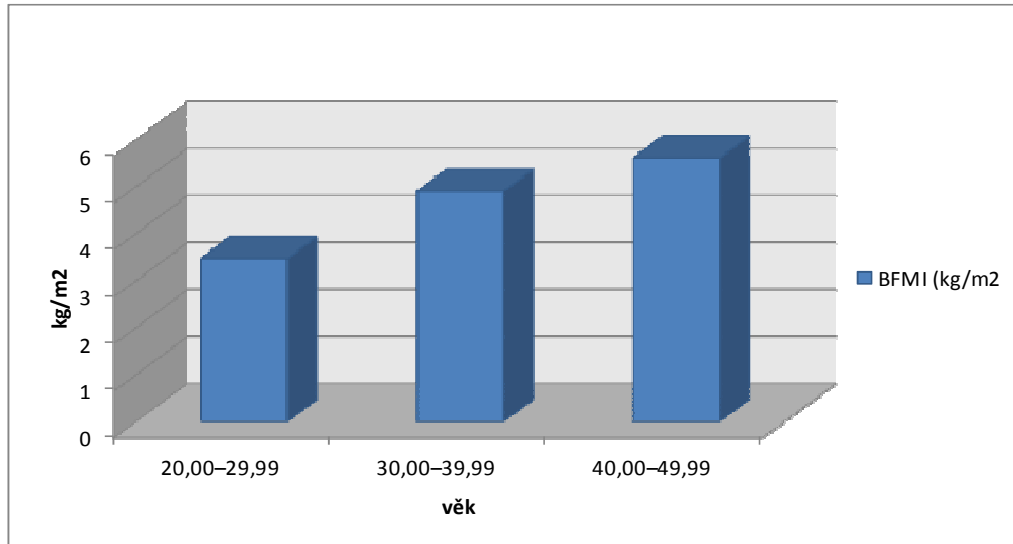
Podle obrázku 12 dosahovaly všechny tři věkové kategorie mírného zdravotního rizika. Opět však zaznamenáváme statisticky významný nárůst mezi 20. a 30. decéniem ($p < 0,01$) i mezi 30. a 40. decéniem ($p < 0,05$).

Obrázek 13. Rozvoj fat free mass indexu s věkem



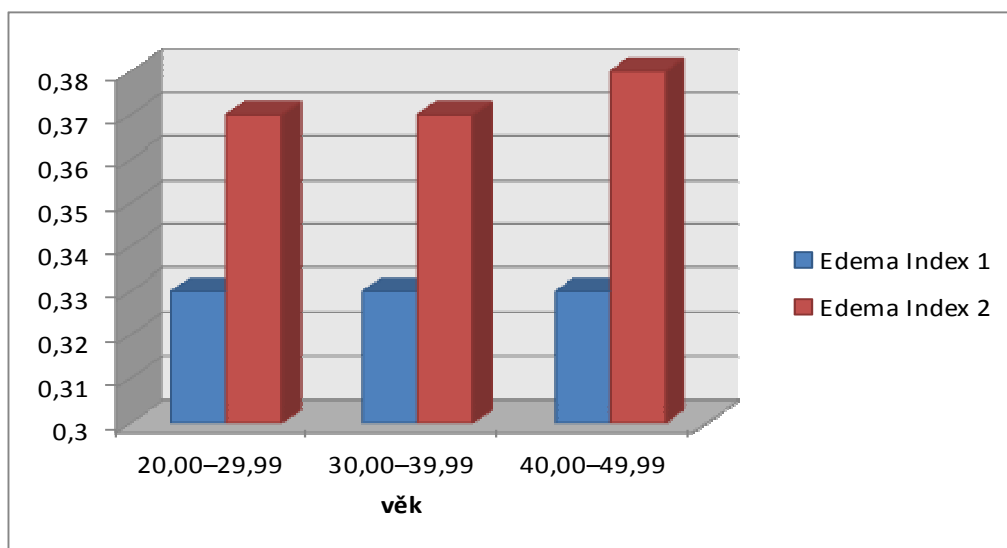
Hodnoty FFMI u všech tří decenií přesahují hranici $19,8 \text{ kg/m}^2$, která je považována za velmi vysokou z hlediska zastoupení tukuprosté hmoty v těle. Rozvoj tukuprosté hmoty byl nejnižší u 30letých mužů (obrázek 13).

Obrázek 14. Rozvoj body fat mass indexu s věkem



U BFMI nacházíme podobný trend jako u obrázku 7. Směrem ke starším věkovým kategoriím stoupá i hodnota indexu. Nárůst indexu je statisticky významný mezi 20. a 30. decéniem ($p < 0,01$). Hodnoty u těchto decenií se nacházejí v normě, naopak u 40letých mužů již dosahují pásma vysokého rizika ($> 5,2 \text{ kg/m}^2$).

Obrázek 15. Rozvoj edema indexů s věkem



Co se týče Edema indexu 1 jsou hodnoty mírně podprůměrné (0,33). Optimální rozmezí se pohybuje od 0,36 do 0,40. Při hodnotách větších než 0,40 může docházet k tvorbě otoků. Edema index 2 se pohybuje nad optimální hladinou ($> 0,36$), i při těchto hodnotách může docházet k tvorbě otoků.

Riegerová et al. (2010) hodnotili somatometrická data mužské populace od 20–80 let. Dospěli k závěru, že plynulý úbytek svalové hmoty spojený se vzestupem tukové složky i viscerálního tuku, vystihují současné trendy ontogeneze současné populace. Vzhledem k realizaci negativních změn tělesného složení hodnotili 50. decénium jako rizikové. Naše 3 soubory 20letých až 40letých mužů, projevují signifikantní vzestupný trend pouze u tukové frakce a hmotnosti, jinak se zde projevuje určité kolísání s nejnižšími podíly u souboru 30letých probandů. Směrodatné odchylky u těchto dat jsou ve většině případů nižší než u 40letých, to znamená, že homogenita souboru 30letých je vyšší než u 40letých. V tomto případě nižší hodnoty rozvoje svalové frakce, tělesných minerálů i kostních minerálů signalizují méně optimální konstituci probandů spadajících do této věkové kategorie.

Tabulka 5. Rozkladová tabulka dle decennií

	20,00–29,00		30,00–39,99		40,00–49,99	
	n = 30		n = 54		n = 20	
	\bar{x}	S	\bar{x}	s	\bar{x}	S
Věk	24,13	3,05	34,19	2,74	44,20	3,55
Tělesná výška (cm)	181,30	6,64	179,00	7,41	180,68	4,77
Tělesná hmotnost (kg)	81,43	10,15	83,42	11,17	87,72	16,75
ICW (l)	32,28	3,53	31,16	3,92	31,77	4,34
ECW (l)	19,08	2,25	18,57	2,39	19,20	2,52
TBW (l)	51,36	5,76	49,73	6,30	50,97	6,82
Bone Min. C. (kg)	3,90	0,48	3,77	0,49	3,86	0,55
Tuk (kg)	†† 11,39	5,30	** 15,63	5,49	18,33	9,12
Tuk (%)	†† 13,73	5,02	** 18,51	5,06	19,97	6,83
Fat free mass (kg)	70,04	7,83	67,79	8,57	69,40	9,35
Skel. m. mass (kg)	40,08	4,60	38,65	5,12	39,43	5,66
BCM (kg)	46,21	5,06	44,64	5,63	45,50	6,22
Proteiny (kg)	13,95	1,52	13,48	1,69	13,74	1,88
Minerály (kg)	4,74	0,57	4,58	0,59	4,69	0,67
BMI (kg/m²)	24,73	2,39	25,99	2,83	26,84	4,82
Visceral Fat Area (cm²)	†† 56,62	22,87	** 84,57	23,64	104,59	40,10
Obesity Degree (%)	112,40	10,86	118,13	12,86	122,00	21,91
Ab. Obesity Degree	†† 0,83	0,03	** 0,87	0,03	* 0,89	0,04
Edema Index 1	†† 0,33	0,00	0,33	0,00	0,33	0,01
Edema2	†† 0,37	0,00	0,37	0,00	0,38	0,01
FFMI	21,26	1,59	21,09	1,69	21,24	2,57
BFMI	†† 3,47	1,55	** 4,90	1,76	5,61	2,72

Pozn.: statistická významnost mezi 1. a 2. resp. 2. a 3. decéniem (*p < 0,05; **p < 0,01); statistická významnost mezi 1. a 3. decéniem (†p < 0,05; ††p < 0,01).

Průměrná tělesná výška je nejvyšší u 20letých mužů. Diference mezi jednotlivými soubory vytvořenými na základě věku jsou minimální. Tělesná hmotnost s věkem narůstá. Od 20letých po 40leté muže se zvýšila o 6,29 kg. Diference nejsou statisticky významné. Nejvyšší podíl intracelulární tekutiny (ITC) je u 20letých a průměrná hodnota extracelulární tekutiny (ETC) je nejvyšší u 40letých. Kolísání není statisticky významné.

Zastoupení tukové složky s věkem narůstá, statisticky významný rozdíl v množství tukové frakce vyjádřený v kg i % se projevil mezi 20., 30. i 40. decéniem. Podíl rozvoje svalstva byl nejvyšší u 20letých. Nejhůře situována byla v rozvoji svalové hmoty věková kategorie 30letých. Signifikantní rozdíly se projeví i v zastoupení viscerálního tuku. S tím koresponduje i WHR index, který se u 40letých již blíží k pásmu rizikovosti. Statisticky významný rozdíl v podílu edema indexů mezi 20letými a 40letými do určité míry koresponduje s narůstajícím podílem extracelulární tekutiny. Zvyšující se hodnoty indexu edema 2 již naznačují určitou dispozici pro tvorbu otoků. Odhad celkového množství minerálů v těle a minerálů v kostní hmotě rovněž vypovídá o poklesu jejich podílu s věkem. Diference nejsou signifikantní. Buněčná hmota (BCM) slouží pro diagnostiku nutrice. V našich souborech se projevil určitý pokles s věkem. V řadě ukazatelů nacházíme nejhorší výsledky u souboru 30letých. Toto konstatování se například týká tělesné vody a jejího rozdělení do příslušných složek kostních minerálů, tukuprosté hmoty, svalové hmoty, buněčné hmoty a množství proteinů a minerálů v těle. Plynulé navýšení body mass indexu (od 20 do 40 let) o 2,11 jednotek koresponduje s plynulým nárůstem tukové frakce.

Tabulka 6. Základní statistické charakteristiky sledovaných antropometrických parametrů u spojeného souboru mužů (n=104).

	n = 104			
	\bar{x}	S	min.	max.
Věk	33,21	7,53	19,00	50,00
Tělesná výška (cm)	179,99	6,78	158,50	200,00
Tělesná hmotnost (kg)	83,67	12,23	56,37	126,66
ICW (l)	31,60	3,89	20,50	41,10
ECW (l)	18,84	2,37	12,40	24,60
TBW (l)	50,44	6,24	32,90	65,70
B. Mineral Content (kg)	3,83	0,50	2,47	4,94
Tuk (kg)	14,92	6,70	2,40	37,20
Tuk (%)	17,41	5,89	3,00	29,66
FFM (kg)	68,75	8,50	44,80	89,50
Skel. Muscle Mass	39,21	5,08	24,68	51,60
BCM (kg)	45,26	5,58	29,30	58,87
Proteiny (kg)	13,66	1,68	8,80	17,80
Minerály (kg)	4,65	0,60	3,04	6,03
BMI (kg/m ²)	25,79	3,25	18,66	38,32
Visceral Fat Area (cm ²)	80,36	31,92	21,72	179,75
Obesity Degree (%)	117,23	14,78	84,83	174,22
Edema Index 1	0,33	0,01	0,31	0,35
Edema2	0,37	0,01	0,36	0,40
FFMI (kg/m ²)	21,17	1,85	16,95	27,08
BFMI (kg/m ²)	4,62	2,07	0,65	11,26

Tyto údaje jsou pouze informačního charakteru, neboť minimální hodnota chronologického věku činila 19 let a maximální hodnota 50 let. Navíc rozbor subsouborů vytvořených na základě věku dokumentoval statisticky významné rozdíly v nárůstu tukové frakce i viscerálního tuku.

Tabulka 7. Test normality rozložení

	n = 104	
	W	P
Tělesná výška (cm)	0,99	0,686
Věk	0,98	0,073
B. Mineral Content (kg)	0,99	0,767
BCM (kg)	0,99	0,931
Obesity Degree (%)	0,94	0,000
Visceral Fat Area (cm ²)	0,96	0,006
Tělesná hmotnost (kg)	0,98	0,049
Skel. Muscle Mass	0,99	0,930
Tuk (kg)	0,94	0,000
Tuk (%)	0,98	0,125
Ab. Obesity Degree	0,98	0,224
BMI (kg/m ²)	0,94	0,000
Edema Index 1	0,96	0,002
Edema2	0,96	0,004
ICW (l)	0,99	0,928
ECW (l)	0,99	0,870
Proteiny (kg)	0,99	0,928
Minerály (kg)	0,99	0,897
FFM (kg)	0,99	0,935
FFMI (kg/m ²)	0,99	0,687
BFMI (kg/m ²)	0,95	0,000
TBW (l)	0,99	0,935

Tabulka 8. Analýza rozptylu

	n = 104	
	F	P
Tělesná výška (cm)	1,24	0,293
Věk	275,02	0,000
B. Mineral Content (kg)	0,71	0,495
BCM (kg)	0,79	0,457
Obesity Degree (%)	2,84	0,063
Visceral Fat Area (cm ²)	19,85	0,000
Tělesná hmotnost (kg)	1,63	0,201
Skel. Muscle Mass	0,79	0,457
Tuk (kg)	8,00	0,001
Tuk (%)	10,23	0,000
Ab. Obesity Degree	22,08	0,000
BMI (kg/m ²)	2,84	0,063
Edema Index 1	7,09	0,001
Edema2	7,02	0,001
ICW (l)	0,81	0,448
ECW (l)	0,74	0,479
Proteiny (kg)	0,77	0,465
Minerály (kg)	0,70	0,500
FFM (kg)	0,75	0,477
FFMI (kg/m ²)	0,10	0,903
BFMI (kg/m ²)	8,54	0,000
TBW (l)	0,74	0,478

6 ZÁVĚR

Zastoupení tukové složky s věkem narůstá, statisticky významný rozdíl v množství tukové frakce vyjádřený v kg i % se projevil mezi 20., 30. i 40. decéniem. Podíl rozvoje svalstva byl nejvyšší u 20letých. Nejhůře situována byla v rozvoji svalové hmoty věková kategorie 30letých. Signifikantní rozdíly se projeví i v zastoupení viscerálního tuku. S tím koresponduje i WHR index, který se u 40letých již blíží k pásmu rizikovosti. Statisticky významný rozdíl v podílu edema indexů mezi 20letými a 40letými do určité míry koresponduje s narůstajícím podílem extracelulární tekutiny. Zvyšující se hodnoty indexu edema 2 již naznačují určitou dispozici pro tvorbu otoků. Odhad celkového množství minerálů v těle a minerálů v kostní hmotě rovněž vypovídá o poklesu jejich podílu s věkem. Diference nejsou signifikantní. Buněčná hmota (BCM) slouží pro diagnostiku nutrice. V našich souborech se projevil určitý pokles s věkem. V řadě ukazatelů nacházíme nejhorší výsledky u souboru 30letých. Toto konstatování se například týká tělesné vody a jejího rozdělení do příslušných složek kostních minerálů, tukuprosté hmoty, svalové hmoty, buněčné hmoty a množství proteinů a minerálů v těle. Plynulé navýšení body mass indexu (od 20 do 40 let) o 2,11 jednotek koresponduje s plynulým nárůstem tukové frakce. K posouzení celého věkového trendu by bylo nutné vyšetření i věkově starších probandů.

Vzhledem k tomu, že jde o studenty kombinovaného studia na FTK UP, předpokládali bychom v tělesném složení probandů odraz vyšší pohybové aktivity. Aktuální tělesné složení vyšetřených probandů však tento předpoklad nepotvrzuje.

7 SOUHRN

Bylo vyšetřeno 104 mužů, studentů FTK v rozmezí 20–50 let, rozdělených na 3 subsoubory dle věku. Pro analýzu na In Body 720 byla použita základní statistika a byly zjištěny následující výsledky. Průměrná tělesná výška je nejvyšší u 20letých. Kolísání mezi soubory 30letých a 40letých je bez statistické významnosti. S věkem dochází k nárůstu tukové frakce se statisticky významným rozdílem mezi 20letými a 30letými muži. Celková tělesná voda (TBW) se s věkem snižuje, nesignifikantní kolísání naznačuje nejhorší stav u 30letých mužů. Tento soubor má také nejnižší zastoupení tukuprosté hmoty (FFM), nejnižší rozvoj svalové hmoty (skeletal muscle mass) a také buněčné hmoty (BCM). Množství viscerálního tuku se s věkem signifikantně zvyšuje, stejně jako index obezity. Trend poklesu optimálního podílu tělesných frakcí s věkem dokresluje rozbor edema indexů.

8 SUMMARY

In this study, 104 male students of FTK aged between 20–50years were examined. These students were divided into 3 subgroups according to their age. Basic statistic was used for In Body 720 analysis and following results were found. The greatest average of body height was found in 20-year-old men. Variation between 30-year-old men and 40-year-old men is without statistical significance. With higher age there is a fat mass increase with statistically significant difference between 20-year-old men and 30-year-old men. Total body water (TBW) decreases within ageing, and non-significant variation implies the worst condition in 30-year-old men. This group also has the lowest representation of fat-free mass (FFM), the lowest development of skeletal muscle mass and body cell mass (BCM). Visceral fat increases within ageing as well as an obesity index. Edema indices illustrate the downward trend of optimal proportions of physical fractions with age.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- de Groot, C. P., Enzi, G., Matthys, C., Moreiras, O., Roszkowski, W., & Schroll, M. (2002). Ten-year changes in anthropometric characteristics of elderly Europeans. *The Journal of nutrition, health & aging*, 6(1), 4-8.
- Gába, A., Riegerová, J., & Přidalová, M. (2008). Evaluation of body composition in females aged 60-84 years using multi-frequency bioimpedance method (InBody 720). *New Medicine*, 12(4), 82-88.
- Gibson, A., Holmes, J., Desautels, R., Edmonds, L., & Nuudi, L. (2008). Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 332-338.
- Heymsfield, S., Lohman, T. G., Wang, Z., & Going, S. B. (2005). *Human body composition (2nd ed.)*. IL: Champaign: Human Kinetics
- Heyward, V., & Wagner, D. (2004). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heyward, V. H. (1998). Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. [Review]. *International journal of sport nutrition*, 8(3), 285-307.
- Kalvach, Z., Zadák, Z., Jiráček, R., Závazalová, H., & Sucharda, P. (2004). *Geriatric gerontology*. Praha: Grada Publishing.
- Kyle, U., Morabia, A., Schutz, Y., & Pichard, C. (2004). Sedentarism affects body fat mass index and fat-free mass index in adults aged 18 to 98 years. *Nutrition*, 20(3), 255-260.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gomez, J. M., et al. (2004). Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*, 23(5), 1226-1243.
- Kyle, U. G., Genton, L., Gremion, G., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2004). Aging, physical activity and height-normalized body composition parameters. *Clin Nutr*, 23(1), 79-88.
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, V. L., Michel, J. P., Slosman, D. O., et al. (2001). Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J Am Geriatr Soc*, 49(12), 1633-1640.
- Kyle, U. G., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2000). Underestimation of fat-free mass in women, but not men, by dual-energy X-ray absorptiometry. Comparison with total body potassium and bioelectrical impedance analysis. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 126-127.

- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. IL: Champaign: Human Kinetics.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A. L., Salvioli, G., Battistini, N., et al. (2003). Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. [Comparative Study Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Annals of Human Biology*, 30(4), 380-391.
- Malina, R. M., & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. IL: Champaign: Human Kinetics
- Riegerová, J., Kapuš, O., & Gába, A. (2010). Analýza tělesné vody, minerálních složek, buněčné hmoty a edema indexů u českých mužů ve věku 20 až 80 let. *Česká antropologie*, 60(2), 23-25.
- Riegerová, J., Přidalová, M., & Ulbrichová, M. (2006). *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc: Hanex.
- Rokyta, R., Bernášková, K., Kříž, N., Myslivečková, J., Paul, T., Stančák, A., et al. (2000). *Fyziologie, pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV.
- Seidell, J. C., & Visscher, T. L. (2000). Body weight and weight change and their health implications for the elderly. [Review]. *European journal of clinical nutrition*, 54 Suppl 3, S33-39.
- Schulz, L. O. (1993). Methods of body composition analysis the status of the gold standard. *Trends in endocrinology and metabolism: TEM*, 4(10), 318-322.
- Spiriduso, W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- StatSoft. (2009). *Statistica 9*. Tulsa, OK: StatSoft.
- Vítek, L. (2008). *Jak ovlivnit nadváhu a obezitu*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Wilmore, J. H. (1995). Variations in physical activity habits and body composition. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 19 Suppl 4, S107-112.
- Woodrow, G. (2009). Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 12(1), 8-14.

Internetové zdroje:

Biospace. (2009). *Co dokáže InBody*. Retrieved 13. 3. 2011 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/co-dokaze-inbody.php>

Biospace. (2009a). *Co je analýza složení těla*. Retrieved 13. 3. 2011 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/co-je-analyza-slozeni-tela.pdf>

Biospace. (2009b). *In Body 720*. Retrieved 13. 3. 2011 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/katalogy-cz/inbody720-cz-katalog.pdf>

Biospace. (2009c). *Výklad výsledků a aplikace InBody 720*. Retrieved 13. 3. 2011 from World Wide Web: <http://www.biospace.cz/soubory/pdf/vyklad-vysledku-a-aplikace-inbody720.pdf>
<http://www.kolonoskopie.cz/akce/zpravy-z-akci/32-kongres-espen-nice-2010-zprava-z-akce.aspx>

Sportvital. (2010). *Stanovení procenta tělesného tuku*. Retrieved 10. 10. 2010 from the World Wide Web: <http://www.sportvital.cz/zdravi/diagnostika/stanoveni-procenta-telesneho-tuku>
http://www.acsm.org/AM/Template.cfm?Section=Home_Page&template=/CM/ContentDisplay.cfm&ContentID=4208

10 PŘÍLOHY

1. Výstupní protokol vyšetření přístrojem InBody 720

Příloha 1 Výstupní protokol In Body 720

