

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Vztah BMI a parametrů tělesného složení
u studentů UK FTVS**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:

Mgr. Ivana Kinkorová, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Michaela Baťová

Praha, prosinec 2018

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Ivany Kinkorové, Ph.D. a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

.....

Podpis diplomanta

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych touto cestou poděkovat Mgr. Ivaně Kinkorové, Ph.D. za odborné vedení této práce, trpělivost a cenné rady, které mi během práce ochotně poskytovala. Dále patří mé velké poděkování Mgr. Martinovi Komarcovi, Ph.D. za přínosné konzultace a pomoc při statistickém zpracování výsledků. V neposlední řadě bych ráda poděkovala všem zúčastněným probandům za jejich čas a ochotu při měření.

ABSTRAKT

Název: Vztah BMI a parametrů tělesného složení u studentů UK FTVS

Cíle: Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení vztahu mezi BMI a vybranými parametry tělesného složení stanovené pomocí přístroje pracujícím na principu bioelektrické impedance (BIA – Tanita MC - 980).

Metoda řešení: Tato diplomová práce má charakter empirického výzkumu (metodou pozorování). K analýze tělesného složení byla použita metoda bioelektrické impedance (BIA – Tanita MC - 980). Vztah mezi hodnotami BMI a hodnotami jednotlivých parametrů tělesného složení byl hodnocen pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Významnost vztahu byla posuzována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Celkem bylo sledováno 170 studentů (85 studentů z oboru fyzioterapie, 85 studentů z oboru TVS). Soubor byl dále rozdělen do několika specifických podskupin podle pohlaví, studijního oboru a podle fyzické aktivity.

Výsledky: U celého souboru byl nalezen nevýznamný vztah ($r_s = 0,062$) mezi BMI a tělesným tukem (%), významný vztah ($r_s = 0,386$) mezi BMI a tučnou hmotou (kg), významný vztah ($r_s = 0,603$) mezi BMI a viscerálním tukem, významný vztah ($r_s = 0,624$) mezi BMI a tukuprostou hmotou (kg), významný vztah ($r_s = 0,624$) mezi BMI a svalovou hmotou (kg), významný vztah ($r_s = 0,643$) mezi BMI a TBW (kg), nevýznamný vztah ($r_s = - 0,027$) mezi BMI a TBW (%), významný vztah ($r_s = 0,580$) mezi BMI a ICW (kg), významný vztah ($r_s = 0,708$) mezi BMI a ECW (kg). Vztahy BMI a parametrů tělesného složení byly hodnoceny i u jednotlivých specifických podskupin souboru.

Klíčová slova: BMI, tělesné složení, rizikové faktory, tělesná hmotnost, tělesná konstituce

ABSTRACT

Title: The relationship of BMI and body composition parameters in UK FTVS students

Objectives: The main goal of this diploma thesis is to evaluate the relationship between BMI and some selected parameters of body composition assessed using a bioelectric impedance device (BIA – Tanita MC – 980).

Methods: The diploma thesis has the character of an empirical research (observation method). The bioelectric impedance method (BIA – Tanita – MC – 980) was used to analyze the body composition. The relationships between BMI values and individual body composition parameters were evaluated using the Spearman's correlation coefficient. The statistical significance level was set at $\alpha = 0,05$. In total, 170 students were studied (85 physiotherapy students, 85 physical education students). The group was further subdivided into several specific subgroup by gender, field of study and physical activity.

Results: The results revealed a series of finding within the sample group including the following: an insignificant correlation ($r_s = 0,062$) between BMI and body fat (%), a significant correlation ($r_s = 0,386$) between BMI and fat mass (kg), a significant correlation ($r_s = 0,603$) between BMI and visceral fat, a significant correlation ($r_s = 0,624$) between BMI and fat-free mass (kg), a significant correlation ($r_s = 0,624$) between BMI and muscle mass (kg), a significant correlation ($r_s = 0,643$) between BMI and TBW (kg), an insignificant correlation ($r_s = - 0,027$) between BMI and TBW (%), a significant correlation ($r_s = 0,580$) between BMI and ICW (kg), a significant correlation ($r_s = 0,708$) between BMI and ECW (kg). The relationship between BMI and body composition parameters were also evaluated within each specific subgroup.

Keywords: BMI, body composition, risk factors, body weight, physical constitution

OBSAH

1 ÚVOD	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
2.1 Determinanty zdraví	13
2.2 Civilizační choroby.....	13
2.3 Rizikové faktory	14
2.4 Tělesné složení	15
2.4.1 Modely tělesného složení.....	15
2.4.2 Parametry tělesného složení.....	17
2.4.2.1 Tuková tkáň.....	17
2.4.2.2 Celková tělesná voda (TBW)	18
2.4.2.3 Tukuprostá hmota.....	19
2.4.2.4 Svalová tkáň	20
2.4.2.5 Kostní tkáň	20
2.4.3 Metody měřící tělesné složení.....	20
2.4.3.1 Metody laboratorní	21
2.4.3.1.1 Denzitometrie	21
2.4.3.1.2 Hydrodenzitometrie.....	21
2.4.3.1.3 DEXA.....	22
2.4.3.1.4 Magnetická rezonance.....	22
2.4.3.2 Metody terénní	23
2.4.3.2.1 Antropometrické měření	23
2.4.3.2.2 Bioelektrická impedance	26
2.5 Shrnutí teoretické části	28
3 PRAKTICKÁ ČÁST.....	30
3.1 Cíl práce.....	30
3.2 Úkoly práce.....	30

3.3	Výzkumná otázka	30
3.4	Hypotézy práce	30
3.4.1	Zdůvodnění hypotéz.....	31
3.5	Metodika práce	31
3.6	Charakteristika výzkumného souboru	31
3.7	Použité metody	33
3.7.1	Měření základních antropometrických parametrů	33
3.7.2	Analýza tělesného složení.....	33
3.7.3	Sběr dat	34
3.7.4	Podmínky měření	34
3.7.5	Analýza dat (statistické zpracování)	35
3.8	Rozsah platnosti.....	36
3.8.1	Vymezení	36
3.8.2	Omezení	36
4	VÝSLEDKY	37
4.1	Charakteristika souboru.....	37
4.2	Korelace BMI a parametrů tělesného složení.....	53
4.3	Komentář k tabulkám č. 19 – č. 21	56
4.3.1	Korelace BMI a jednotlivých parametrů tělesného složení u celého souboru.....	56
4.3.2	Korelace BMI a jednotlivých parametrů tělesného složení u specifických skupin	56
5	DISKUZE.....	60
5.1	Charakteristika souboru.....	61
5.2	Korelace BMI a parametrů tělesného složení.....	62
6	ZÁVĚR.....	64
	SEZNAM LITERATURY	65
	SEZNAM PŘÍLOH.....	75

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

°C	stupeň celsia
BIA	bioelektrická impedance
BM	buněčná masa
BMI	body mass index
C	uhlík
cca	přibližně
cm	centimetr
ČSN	česká státní norma
DEXA, DXA	duální rentgenová absorpciometrie
DK	dolní končetina
DP	diplomová práce
ECT	extracelulární tekutina (mimobuněčná)
ECTL	extracelulární pevné látky (mimobuněčné)
et al.	et alii (a jiní)
FFM	fat free mass
FM	fat mass
FYZIO	fyzioterapie
H	vodík
HK	horní končetina
ISO	mezinárodní organizace pro normalizaci
Kg	kilogram
kHz	kilohertz (jednotka frekvence)
kol.	kolektiv
KV	kardiovaskulární

LDL	low density lipoprotein
m.	musculus (sval)
MAX	maximální hodnota
MIN	minimální hodnota
mm	milimetr
mmol	milimol
MR	magnetická rezonance
MS	metabolický syndrom
N	dusík
O	kyslík
p	hladina významnosti
r	korelační koeficient (Pearsonův)
r _s	korelační koeficient (Spearmanův)
resp.	respektive
RTG	rentgen
SD	směrodatná odchylka
tab.	tabulka
TBW	total body water (celková tělesná voda)
tj.	to jest
TVS	tělesná výchova a sport
tzv.	takzvaný
UK FTVS	Univerzita Karlova Fakulty tělesné výchovy
WHO	World Health Organization
WHR	průměr obvodu pasu a boků

1 ÚVOD

Moderní doba, nové technologie, vysoké nároky v práci, sedavé aktivity nebo honba za budováním kariéry přináší řadu faktorů, které mohou negativním způsobem ovlivnit funkční stav organismu. Mezi nejvýznamnější rizikové faktory patří např. nedostatek pohybu, dlouhodobý stres nebo nevyvážená strava. Což v globálním měřítku vede k nárůstu výskytu obezity a následným zdravotním komplikacím a to jak v dospělém, tak i v dětském věku.

Obezita, jeden ze vzrůstajících problémů moderní doby, patří mezi civilizační onemocnění, přičemž Česká republika se v prevalenci řadí na přední místa žebříčku. K obezitě bychom měli přistupovat jako k chronickému onemocnění, protože invalidizuje jedince ještě ve větší míře než ostatní nemoci, ale z nepochopitelného důvodu je laickou a mnohdy i lékařskou veřejností podceňována. Také vyžaduje vysoké finanční náklady pro stát i pro samotné jedince.

Zejména obezita viscerálního typu je spojována s nežádoucími zdravotními následky charakterizovanými dyslipidemií, glukózovou intolerancí, hyperinzulinémií, zvýšenou hladinou triglyceridů, několikanásobně zvýšeným rizikem kardiovaskulárních a metabolických onemocnění. V neposlední řadě se k obezitě připisuje degenerace pohybového aparátu, zhoršující se psychický stav, společenské předsudky a snižování úrovně kvality života.

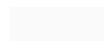
Nelze však určit ideální tělesnou hmotnost z pohledu zdraví. Optimální tělesná hmotnost je určena individuálně s ohledem na pohlaví, věk, sportovní zatížení a další důležité faktory. Tento biologický parametr není však natolik důležitý ukazatel jako tělesné složení, a to především poměr jednotlivých komponent. Mnohé studie uvádí, že hodnoty tělesného složení poskytují přehled o celkovém zdravotním stavu či riziku onemocnění.

K stanovení množství tělesného složení existuje mnoho metod. V současné době lze využít laboratorní či terénní metody. Laboratorní metody jsou finančně i technicky velmi náročné a proto téměř nejsou využívány. Terénní metody jsou časově, technicky i finančně dostupnější, avšak nevykazují takovou přesnost. V klinické praxi se k nejpoužívanějším terénním metodám řadí antropometrie a bioelektrická impedance.

Mezi běžně užívané antropometrické parametry se řadí BMI neboli body mass index. V roce 1998 WHO vydalo doporučení používat BMI k hodnocení obezity. Tento ukazatel však nedokáže určit proměnlivost mezi jednotlivými tělesnými frakcemi, věkem ani

fyziologickými pohlavními rozdíly. Klasifikace BMI také nerozlišuje rozdíl mezi sportující a nesportující populací, ani mezi muži a ženami, i přestože muži mají přirozeně více svalové hmoty, tudíž výsledek může být do určité míry zkreslen.

V praxi se bohužel používá nepřesná interpretace řady různých indexů a výsledků různých metodik pro hodnocení tělesného složení a to nejen u jedinců běžné populace, ale i u sportovců.



2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Determinanty zdraví

Lidské zdraví je jedna z nejdůležitějších hodnot kvality života. Zdraví determinuje několik faktorů, které lze rozdělit na vnitřní (endogenní) a vnější (exogenní). K vnitřním faktorům, které nejsou vůlí člověka příliš ovlivnitelné, se řadí především genetická dispozice a biologicky naprogramované pochody. Součástí vnějších faktorů je životní styl, který tvoří cca 60 % vlivu na lidské zdraví, dále životní prostředí, zdravotní péče a další (Keller a kol., 1993).

Způsob životního stylu je v porovnání s ostatními determinanty zdraví nejvíce ovlivnitelnou složkou. Avšak není zcela pravda, že životní styl je z celé části ovlivnitelný pouze vůlí jedince. Důležitou roli hraje výchova v rodině, sociální a ekonomické faktory a další (Müllerová, 2003).

2.2 Civilizační choroby

Nemoci, jejichž vznik a rozvoj je výrazně zapříčiněný způsobem života se nazývají – civilizační choroby. Z hlediska příčin úmrtí je nejzávažnější civilizační chorobou kardiovaskulární onemocnění. Dále se do civilizačních nemocí řadí obezita, diabetes mellitus, peptidický vřed, chronická bronchitida, psychické poruchy, nádorové onemocnění a mnoho dalších. Civilizační choroby jsou problémem zejména ve vyspělých zemích, kde je medicína na vysoké úrovni a lidé neumírají předčasně na dnes již běžné onemocnění (Müllerová, 2003).

Tato onemocnění mají multifaktoriální příčiny vzniku, největší podíl však nese životní styl. Lidský organismus je do jisté míry schopný přizpůsobovat se změnám životního stylu, avšak pokud vyčerpá adaptační mechanismy, onemocní. Není v silách lidského organismu se nekonečně přizpůsobovat např. nevyvážené stravě, dlouhodobému psychickému stresu, znečištěnému ovzduší, sedavému způsobu života, dlouhodobé práci na počítači, nedostatku spánku či pohybu a jiné (Keller a kol., 1993)

2.3 Rizikové faktory

Nevyvážená strava je jedním z nejvýznamnějších faktorů vzniku civilizačních chorob. Nedostatek vlákniny a přebytek trans nenasycených mastných kyselin v našem jídelníčku výrazně podněcuje vznik diabetu mellitu, hypertenze a zvýšení hodnot LDL cholesterolu. Následkem je rozvoj aterosklerozy a s ní související vznik kardiovaskulárních chorob.

Dlouhodobý stres je dalším negativním faktorem pro zdraví člověka. Déletrvající působení jednoho či více stresorů nepůsobí pouze na lidské emoce, ale podepíše se i na zdravotním stavu. Stresor, který vyvolá obrannou reakci organismu, je individuální pro každého z nás. Každodenní stresovou reakci může způsobit i pocit časového presu způsobený neustálým zrychlováním dnešní doby.

Chronický **nedostatek spánku**, kterému je velká část populace často vystavěna je rizikovým faktorem pro snížení imunity, vznik psychických poruch či zvyšování chuti k jídlu.

Sedavý způsob života a nedostatek pohybové aktivity má zásadní negativní vliv na zdraví každého jedince. Nedostatek pohybu vede ke vzniku svalových dysbalancí, špatnému držení těla a rozvoji obezity. Obezita, zejména centrálního typu, je rizikovým faktorem pro vznik a rozvoj celé řady zdravotních komplikací (viz příloha č. 3).

Fyzická činnost má nezastupitelnou roli jak v prevenci, tak i v léčbě civilizačních onemocnění. Pohybová aktivita přispívá k zvýšení svalové síly, zpevnění kostní tkáně, snížení krevního tlaku, zlepšení metabolismu, dechových funkcí, zvyšuje výkon srdečně – cévního systému, stimuluje produkci endorfinů a mnoho dalších.

Neefektivní trávení volného času dostává lidský organismus do časového shonu a dlouhodobého stresu. Důležité je správné hospodaření se svým časem, např. eliminovat zbytečné činnosti, které jsou pouze návyky a nepřinášejí pozitivní vliv organismu, např. vyvarovat se nadměrnému používání moderních technologií, které podporují sedavý způsob života.

Kouření, nadměrná konzumace alkoholu či jiných **návykových látek** jsou logickým negativním faktorem pro lidské zdraví (Komárek a Skálová, 2008; Müllerová 2003).

2.4 Tělesné složení

Jedním ze základních výchozích morfologických údajů o organismu je tělesná hmotnost. Vzhledem ke složitosti tohoto parametru je nutné zkoumat i jeho jednotlivé komponenty. Informace o jednotlivých komponentách tělesného složení vypovídají o aktuálním zdravotním stavu a výživě jedince. Jednotlivé komponenty tělesného složení jsou ovlivněny geneticky a formovány exogenními faktory, ke kterým řadíme pohybovou aktivitu, výživové faktory a celkový zdravotní stav organismu (Cinařová a Přidalová, 2014).

2.4.1 Modely tělesného složení

Lidský organismus se skládá z komponent, na které lze nahlížet z různých úhlů pohledu a které jsou představovány různými modely. Dle jednotlivých modelů se používají určité měřicí metody ke stanovení parametrů tělesného složení. Z chemického hlediska je tělo představováno uhlovodany, tukem, bílkovinami, vodou a minerály. Z anatomického hlediska tělo představuje svalstvo, tukovou tkáň, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáň. Díky těmto faktům byly odvozeny modely tělesného složení (Forbes, 1987).

Pařízková popsala současný možný pohled na modely tělesného složení, a to pětistupňový model – atomický, molekulární, buněčný, tkáňový, celotělový (Pařízková, 1988).

▪ Atomický model

Atomický model je stanoven na základě jednotlivých prvků nacházejících se v lidském organismu. Z 98 % je tělesná hmotnost zastoupena 6 prvky – C, H, N, O, P, Ca. Zbývající 2 % jsou složena z dalších 44 prvků. Ke stanovení zmíněných 98 % tělesné hmotnosti lze použít techniku neutronové aktivační analýzy (Heymsfield et al., 1991).

▪ Molekulární model

Lidský organismus je tvořen přibližně z 100 000 chemických sloučenin, které jsou složeny 11 hlavními molekulami. Mezi hlavní sledované komponenty se v současné době řadí – voda, proteiny, lipidy, glykogen a minerály. Tyto uvedené komponenty tvoří celkovou tělesnou hmotnost. Na základě tohoto modelu lze stanovit celkovou tělesnou vodu

a to pomocí izotopových dilučních metod nebo minerály skeletu prostřednictvím duální fotonové absorpce (Heymsfield et al., 2005).

▪ **Buněčný model**

Tento model vychází ze spojení jednotlivých molekulárních částí v buňce. Dle Riegerové a kol. (2006) se dá buněčný model rozdělit takto:

$$\text{Hmotnost těla} = \text{buňky tukové tkáně} + \text{BM} + \text{ECT} + \text{ECPL}$$

BM (buněčná masa) = pojivové + svalové + nervové + epiteliální buňky

ECT (extracelulární tekutina) = plazma + intersticiální tekutina

ECTL (extracelulární pevné látky) = organické + anorganické pevné látky

Na základě této rovnice existuje řada metodických postupů. Extracelulární pevné látky lze měřit pomocí neutronové aktivační analýzy (Heymsfield et al., 1991). Extracelulární tekutinu lze měřit dilučními izotopovými metodami. Extracelulární pevné látky lze stanovit neutronovou aktivační analýzou (Pařízková, 1962).

▪ **Tkáňově – systémový model**

Tento model hodnotí tkáně, které pak dále tvoří orgány a systémy. Tři čtvrtiny hmotnosti těla jsou představovány pouze třemi tkáněmi, tj. svalovou, kostní a tukovou tkání. Tkáňově – systémový model je komplexní a lidské tělo definuje takto:

$$\begin{aligned} \text{Hmotnost těla} = & \text{muskuloskeletální} + \text{nervový} + \text{oběhový} + \text{kožní} + \text{zažívací} \\ & + \text{oběhový} + \text{respirační} + \text{vyměšovací} + \text{reprodukční systém} \end{aligned}$$

Ke sledování komponent na této úrovni se využívá např. počítačové tomografie či magnetická rezonance (Malá et al., 2014).

▪ Celotělový model

Ke stanovení celotělového modelu se využívá antropometrického měření či indexů, jako je např. tělesná výška, hmotnost, obvodové rozměry, šířka kožních řas či objem těla. Pomocí naměřených hodnot objemu těla je umožněn výpočet denzity těla a nepřímé stanovení depotního tuku a tukuprosté hmoty (Forbes, 1987).

Dle Riegerové a kol. (2006) se v klinické a antropometrické praxi využívá následující dělení tělesného složení dle jednotlivých modelů.

Tabulka č. 1: Tělesné složení dle jednotlivých modelů (Riegerová a kol., 2006)

Model	Hodnocené veličiny	Příklad metody
Jednosložkový	tělesná hmotnost, BMI	váha, výškoměr, výpočet BMI
Dvousložkový	tuk a tukuprostá hmota	Kaliperace
Třísložkový	tuk, tukuprostá hmota, voda	Bioimpedance
Čtyřsložkový	tuk, voda, minerály, proteiny	DEXA

2.4.2 Parametry tělesného složení

Mezi nejvíce sledované parametry tělesného složení patří tělesný tuk, celková tělesná voda a její komponenty, svalová tkáň, viscerální tuk a tukuprostá hmota. Všechny tyto komponenty jsou ovlivňovány vnějšími faktory, do kterých se řadí pohlaví, věk, stravování, fyzická aktivita a mnohé další.

2.4.2.1 Tuková tkáň

Tuk je nejvariabilnější a zároveň nejsnáze ovlivnitelnou komponentou tělesného složení (Gába a kol., 2014). Množství tuku je nejsnáze ovlivnitelné stravovacími zvyky a pohybovou aktivitou. Tuk je také významným faktorem vzniku řady onemocnění (Schreiber a kol., 1998).

Pro organismus jedince je rizikové vysoké, ale i příliš nízké zastoupení tukové tkáně v organismu. Obě extrémní situace, nadváha i podvýživa, se stávají rizikovými faktory, které

mohou vést k závažným zdravotním potížím (Krachler et al., 2013). Velké množství tuku je spojeno s nadváhou až obezitou a úzce spjata s vybudováním sociálně hendikepovaného jedince. Vysoký podíl tuku, zejména viscerálního typu, podněcuje inzulinovou rezistenci, hypertenzi, kardiovaskulární insuficienci a v neposlední řadě psychické a pohybové potíže (Kunešová, 2016). Nedostatek tělesného tuku se projevuje negativními dopady na endokrinní, nervový, skeletový, gastrointestinální, reprodukční a v neposlední řadě i na kardiovaskulární systém (Rokyta a kol., 2015).

Tuková tkáň v organismu zastupuje několik důležitých funkcí. Při hladovění jsou triglyceridy štěpeny na glycerol a mastné kyseliny a tím slouží jako energetická rezerva v těle. Určité množství tuku je také nezbytné pro zachování fyziologických funkcí - esenciální lipidy jsou využívány ke stavbě buněčných membrán, jsou transportéry určitých vitaminů, lipoproteiny slouží k transportu cholesterolu nebo jsou prekurzory steroidních hormonů. Dále tuková tkáň plní funkci tepelného izolátoru a mechanické ochrany vnitřních orgánů (Rokyta a kol., 2015, Sigmund et al., 2015).

Tabulka č. 2: Normy pro množství tělesného tuku běžné populace dle Heywarda a Stolarczyka (1996)

	ŽENY	MUŽI
Nízké množství	pod 8 %	pod 5 %
Podprůměr	9 – 22 %	6 – 14 %
Průměr	23 %	15 %
Nadprůměr	24 – 31 %	16 – 24 %
Vysoké množství	nad 32 %	nad 25 %

2.4.2.2 Celková tělesná voda (TBW)

Voda je základní látkou vnitřního prostředí živého organismu a zároveň nejvýznamnější složkou celkové tělesné hmotnosti. Dostatečná hydratace je podmínkou fyziologického fungování organismu. Množství vody v těle je závislé na věku, pohlaví, hmotnosti a kolísá podle příjmu a výdeje tekutin (Kutáč, 2013).

Voda plní důležitou funkci v mnoha tělesných procesech a nachází se v každé buňce. Působí jako transportní prostředí, podílí se na udržování homeostázy, slouží jako rozpouštědlo, zvlhčuje sliznice nebo udržuje pružnost kůže. Nedostatek TBW neboli dehydratace má negativní dopad na srdeční činnost, zvyšuje tělesnou teplotu, způsobuje poruchu homeostázy a v extrémních případech způsobuje až smrt (Kutáč, 2013).

Podíl vody v organismu u dospělých žen je odhadován okolo 53 %, v organismu mužů je to o 10 % více. Voda tvoří 91 – 99 % tělních tekutin a v jednotlivých tkáních je jí odlišné množství. Nejvíce vody obsahuje svalová tkáň (72 %) a kůže (73 %), naopak nejmenší podíly vody naměříme v kostech (22 %) a v tukové tkáni (10 %) (Rokyta a kol., 2015). Z tohoto důvodu u obézních lidí a u žen naměříme menší podíl vody. Ženy mají totiž konstitučně méně svalové tkáně než muži a fyziologicky více tukové tkáně v oblasti prsou a v okolí ledvin (Riegerová a kol., 2006).

Vodu obsahují tělesné tekutiny, které z hlediska uložení rozdělujeme do dvou kompartmentů - extracelulárního a intracelulárního.

- **Extracelulární tekutina** je uložena mimo buňky a přináší jim živiny, kyslík a zároveň odvádí látky odpadní (Kutáč, 2013). Tyto funkce plní krevní plazma, tkáňový mok, lymfa a ostatní transecelulární tekutiny. Tvoří cca 20 % hmotnosti organismu.

- **Intracelulární tekutina** se nachází v nitrobuněčném prostoru, u mužů tvoří 40 % (u žen 32 %) celkové hmotnosti organismu, neboli 66 % celkové tělesné vody (Rokyta a kol., 2016).

2.4.2.3 Tukuprostá hmota

Tukuprostou hmotou (FFM) se rozumí všechny netukové složky v organismu. Riegerová a kol. (2006) uvádí, že FFM tvoří následující poměr komponent – 60 % svalová hmota, 25 % opěrné a pojivové tkáně, 15 % hmotnost vnitřních orgánů. FFM tedy slouží zejména k zajištění pohybové činnosti. Vzájemný poměr těchto složek se mění v závislosti na věku a pohybové aktivitě (Pařízková, 1998; Riegerová a kol., 2006).

Dle Bunce (2005) lze FFM stanovit následovně:

- $FFM = \text{tělesná hmotnost} - \text{tuková tkáň}$
- $FFM = \text{buněčná masa} + \text{extracelulární tekutina} + \text{extracelulární pevné látky}$

2.4.2.4 Svalová tkáň

V lidském organismu rozlišujeme tři druhy svalové tkáně – kosterní, srdeční a hladká. Obecně se udává, že u dospělého jedince tvoří kosterní svalovina okolo 40 % svalové tkáně. Je důležité mít na paměti, že není důležité pouze množství kosterního svalstva, ale zejména jeho regionální rozložení (Rokyta a kol., 2016).

Rozložení svalové hmoty je důležité z biomechanického hlediska. Svalové skupiny určují polohy dílčích těžišť i celkového tělesného těžiště a tím i vznik svalových dysbalancí pohybového aparátu. Skladba svalové hmoty je také přínosem jako diagnostické kritérium pro rozvoj silové výkonnosti a tudíž ke sportovním disciplínám (Bužga a kol., 2012).

2.4.2.5 Kostní tkáň

Dle Bláhy (1985) je u dospělého jedince podíl kostní hmoty mezi 6 – 7 % z celkové tělesné hmotnosti. Pohybová aktivita výrazně pozitivně ovlivňuje obsah minerálů v kostní hmotě a tím i kostní denzitu. U sportovců tedy většinou naměříme robustnější kosterní parametry.

2.4.3 Metody měřící tělesné složení

Metody pro stanovení parametrů tělesného složení lze rozdělit do tří základních kategorií (Hainer, 2004).

- **Přímá metoda (I. úroveň)** - přímé stanovení tuku lze provést pouze pitvou, tento způsob je nejpřesnější, avšak za života jedince nerealizovatelný

- **Nepřímé laboratorní metody (II. úroveň)** – neboli metody jednou nepřímé, vycházejí z fyzikálních odlišností organismu. Tyto metody neměří přímo tělesný tuk, ale jinou veličinu jako např. denzitu těla či celkovou tělesnou vodu, z které se vypočte výsledná hodnota FM a FFM. Laboratorní metody, mezi které se řadí např. DEXA, MR či denzitometrie, jsou náročné po technické stránce, na odbornost obsluhy i provozně, proto se užívají zejména jako metody referenční.

- **Nepřímé terénní metody (III. úroveň)** – tzv. dvakrát nepřímé metody, jsou založeny na opakovaných přepočtech naměřených výsledků metodami z II. úrovně. Přepočtové rovnice přináší riziko zkreslení výsledků u ne zcela běžných jedinců populace.

Terénní metody jsou velmi využívané vzhledem ke své časové, technické i finanční nenáročnosti. Mezi nejvíce využívané metody z této kategorie řadíme – antropometrii a bioelektrickou impedanci (Bunc a Dlouhá, 1998).

2.4.3.1 Metody laboratorní

Laboratorní metody jsou náročnější z hlediska technického vybavení, finanční dostupnosti, náročnosti na obsluhu přístroje a probandi se vždy musí dostavit do laboratoře. Nejčastěji používané laboratorní metody jsou denzitometrie a metoda DEXA (Riegerová a kol., 2006). K nejpřesnějším metodám patří magnetická rezonance, jejíž využití limituje finanční a technická dostupnost.

2.4.3.1.1 Denzitometrie

Denzitometrie, neboli stanovení celkové denzity těla, je založena na dvoukomponentovém modelu lidského organismu. Dvoukomponentový model je charakterizován tím, že lidský organismus je dělen na dva základní parametry – tuk (fat mass) a tukuprostou hmotu (fat-free mass). Z celkové denzity tělesného organismu je prostřednictvím predikčních rovnic vypočítán obsah tuku v těle (Malá et al., 2014).

Denzitometrie vychází ze vztahu: $hmotnost = denzita \cdot objem$

Tato metoda předpokládá, že denzita depotního tuku je odlišná od denzity tukuprosté hmoty. Největší nedostatek Riegerová a kol. (2006) nachází ve variabilitě denzity FFM, která je způsobená rozdíly v hydrataci, naopak denzita tukové tkáně je poměrně konstantní. To může vést k chybě kolem 2,1 %. Celková chyba v měření při stanovení podílu tuku se odhaduje v rozmezí 3 – 4 %.

2.4.3.1.2 Hydrodenzitometrie

Objem těla je nejčastěji zjišťován na principu Archimedova zákona, tzv. hydrodenzitometrií. Hydrodenzitometrie neboli podvodní vážení se řadí mezi referenční metody. Množství tukové tkáně se vypočítává z denzity organismu získané výpočtem z hmotnosti těla „na suchu“ a pod vodou (Pařízková, 2007). Vyšetřovaná osoba sedí na sedátku zavěšeném na váze. Měření se provádí v maximálním expiriu pro minimalizaci

nadlehčování organismu zadržovaným vzduchem v dýchacích cestách a plicích. Celý postup je nutný několikrát opakovat, aby bylo dosaženo co největšího výdechu. Výsledek je korigován o objem reziduálního objemu v plicích a předpokládaný objem vzduchu v trávicím traktu. Výpočet tělesného tuku se provádí výpočtem z regresních rovnic (Riegerová a kol., 2006).

Hydrodenzitometrie bývala považována za zlatý standard pro měření objemu těla. V dnešní době při dostupnosti stále modernějších technologií, je tato metoda nekomfortní pro pacienta, a tudíž je dnes již překonána (Pařízková, 2007).

2.4.3.1.3 DEXA

DXA, označována i jako DEXA neboli duální rentgenová absorpciometrie, je považována za nejlepší referenční metodu. Absorpciometrie je měření množství záření absorbováno živou tkání za účelem měření její hustoty (Kitano et al., 2001). Dle Zamrazilové a kol. (2010) se jedná o nejnovější technologii, kterou využíváme k určení komplexního složení lidského těla a jednotlivých segmentů. Využívá tedy čtyřkomponentový model organismu. Princip metody spočívá v odlišné absorpci rentgenového záření (o dvou různých délkách a nízké intenzitě) tukovou tkání, svalovou tkání a kostmi (Zamrazilová a kol., 2010). Nevýhodou této metody je finanční náročnost a vystavení organismu rtg záření. Délka měření se pohybuje okolo 5-20 minut (dle přístroje) a snímací plocha je omezena rozměry 60 x 190 cm, se zvětšujícími se rozměry přesnost měření klesá (Riegerová a kol., 2006).

2.4.3.1.4 Magnetická rezonance

Magnetická rezonance je zobrazovací metoda zprostředkovaná velkým magnetickým polem. Magnetické pole ovlivňuje pohyb vodíkových iontů, které se řadí v určitém směru. Po přerušení vysílání magnetických vln se jádra vrací do původní polohy a vysílají absorbovanou energii, kterou lze změřit (Pařízková, 2007). Vzhledem k tomu, že vodík je součástí vody, která je ve velkém množství obsažena v organismu, je tato metoda relevantní. Výsledky magnetické rezonance jsou velmi dobré, zejména u měření intraabdominálního tuku, její využití limituje technická, časová a finanční náročnost (Zavdilová a kol., 2007).

2.4.3.2 *Metody terénní*

Terénní metody se vyznačují relativně snadnou dostupností. V porovnání s laboratorními metodami nejsou tolik náročné na technické vybavení, finanční i časové náročnosti jsou také menší. Byť je u těchto metod snížena přesnost výsledků, jsou vhodné pro terénní využití a pro měření objemnějších skupin probandů (Malá et al., 2014).

2.4.3.2.1 *Antropometrické měření*

Antropometrické metody ke stanovení množství tělesného tuku využívají vnějších rozměrů těla. Tyto jednoduché metody jsou založeny na měření tělesné výšky, hmotnosti, obvodů segmentů lidského těla či tloušťky kožních řas. Využívá se k tomu pomůcek, které lze snadno využívat v terénu jako krejčovský metr, osobní váha, kaliper, torakometr, pelvimetr a další.

Antropometrické metody pro hodnocení určitých parametrů tělesného složení využívají výpočtu definovaných indexů na základě měření tělesné výšky, hmotnosti a obvodu těla. Tyto indexy byly vyvinuty pro použití v klinické praxi a epidemiologických výzkumech. Mezi nevýhody všech indexů patří např. neschopnost rozeznat podíl FM a FMM (Christian et al., 2009).

▪ **Waist/hip index (WHR index)**

Dříve využívaným indexem byl waist/hip index, který vyjadřuje poměr:

$$\text{WHR index} = \frac{\text{obvod pasu (cm)}}{\text{obvod boků (cm)}}$$

Obvod pasu se měří uprostřed vzdálenosti mezi spodním okrajem posledního žebra a hřebenem kosti kyčelní. Obvod boků se měří v maximálním vyklenutí hýždí. Překročení hranice u žen přes 0,85, u mužů 0,95 přináší vysoké riziko civilizačních onemocnění. WHR index se v dnešní době již skoro nepoužívá (Hainer, 2011; Svačina, 2013).

Hainer (2011) i Svačina (2013) na základě studií tvrdí, že vhodnějším ukazatelem kardiovaskulárních rizik u obezity je pouze obvod pasu. Obvod pasu významněji koreluje s množstvím intrabdominálního tuku.

Tabulka č. 3: Rizika kardiovaskulárních chorob v závislosti na hodnotách obvodu pasu

	MUŽI	ŽENY
Zvýšené riziko	nad 94 cm	nad 80 cm
Vysoké riziko	nad 102 cm	nad 102 cm

(Hainer, 2011; Svačina, 2013)

▪ **BMI (body mass index)**

BMI neboli body mass index je v současné době nejčastěji používaným nástrojem k diagnostice obezity, nadváhy či podvýživy (Phan et al., 2012). Tento výškově - hmotnostní index definoval belgický vědec Adoplhe Quetelet, proto se v literatuře můžeme setkat i s označením Queteletův index. V roce 1997 byl přijat WHO jako oficiální metoda pro měření obezity (Mialich et al., 2014). Pro děti a mládež v České republice (0 – 18 let) byly vyvinuty standardy ve formě percentilových grafů BMI, viz příloha č. 4 a č. 5 (Bláha a kol., 1998). Tělesná hmotnost se podle BMI klasifikuje následovně:

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

Tabulka č. 4: Kritéria pro hodnocení obezity dle BMI (kg/m²) dle WHO (2016) pro dospěléou populaci (od 18 let)

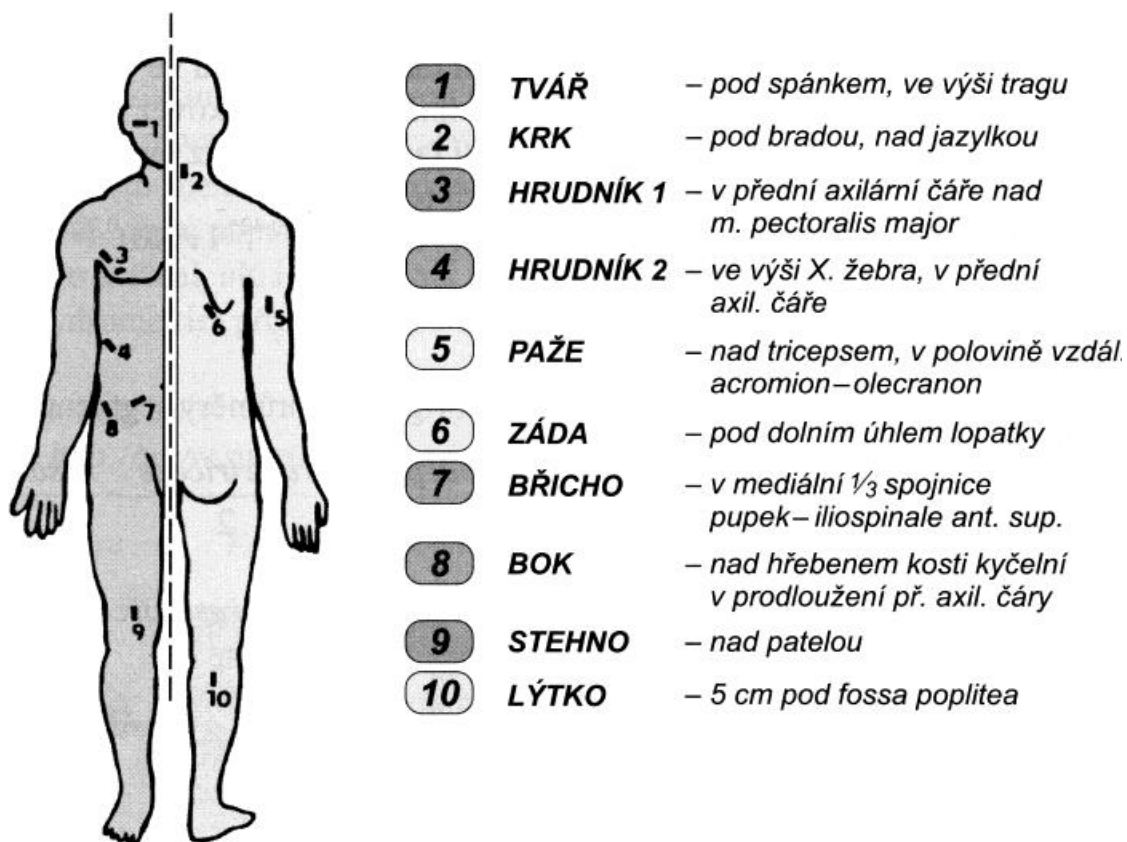
	BMI (kg/m²)
Podvýživa	pod 18,4
Normální hmotnost	18,5 – 24,9
Nadváha	25,0 – 29,9
Obezita I. stupně	30,0 – 34,9
Obezita II. stupně	35,0 – 39,9
Obezita III. stupně	nad 40

▪ Kaliperace

Kaliperace je metoda hodnotící tukovou frakci tělesného složení na základě měření tloušťky podkožních řas. Pro svoji jednoduchost je nejdostupnější a zároveň nejčastěji používanou metodou ke stanovení obsahu podkožního tuku (Pecoraro et al., 2003)

Pro měření tloušťky kožních řas se využívá speciální měřidlo – kaliper. V současné době je známo několik metodik měření a typů kaliperů. V České republice je nejpoužívanější měření kožních řas dle Pařízkové s kaliperem typu Best. Dle Pařízkové (1973) se měří na deseti místech těla.

Obr. č. 1: Lokalizace míst pro měření tloušťky kožní řasy dle Pařízkové (Riegerová a kol., 2006)



Průběh měření kaliperem je následující - na stanoveném místě se kožní řasa uchopí mezi palec a ukazovák, hroty kaliperu se přiloží zhruba 1 cm od prstů a kolmo k ose kožní řasy. Kaliper má zajištěný stálý tlak na kožní řasu pomocí pérka (Pařízková 1977). Procento tuku je přepočítáno pomocí rovnic či tabulek, které byly odvozeny od referenční metody – hydrodenzitometrie (Bláha, 1998).

Kaliperace je však zatížena chybou, která je dána např. odchylkou stlačitelností měkkých tkání při měření, odchylkou v distribuci podkožního tuku nebo špatném uchopení kožní řasy. Chyba měření kaliperace je 3 – 5 % (Malá et al., 2014). Použití kaliperu je vhodné pro svou jednoduchost pro měření v terénu u velkých vzorků populace (Pecoraro et al., 2013).

2.4.3.2.2 *Bioelektrická impedance*

Bioelektrická impedance neboli BIA je neinvazivní a jednoduchá metoda pro stanovení jednotlivých komponent tělesného složení. Bioelektrická impedance měří odpor kladený biologickými tkáněmi při průchodu nízkoenergetického, vysokofrekvenčního elektrického proudu. Rozdílné elektrické vlastnosti biologických tkání jsou zapříčiněné zejména rozdílným množstvím tělesné vody. Tukuprostá hmota je díky velkému podílu obsažené vody dobrým vodičem, zatímco tuková tkáň se pro elektrický proud chová jako izolant (Větrovská a kol., 2009; Verney et al., 2015).

Bioelektrická impedance umožňuje analýzu následujících parametrů tělesného složení – celková voda, tukuprostá hmota, podkožní tuk, viscerální tuk, svalová a kostní hmota, množství extracelulární a intracelulární vody, bazální metabolismus, segmentární svalová a tuková analýza nebo alfa úhel.

Pro měření se vyrábí několik aparatur. Dle Gáby a kol. (2011) se na území České republiky využívá několik typů přístrojů s následujícím uspořádáním elektrod:

- Bimanuální – elektrody na madlech pro uchopení rukama (Omron)
- Bipedální – vyšetřovaný stojí na vyznačených elektrodách umístěných na váze (Tanita)
- Tetrapolární – kombinace předchozích uvedených uspořádání elektrod (InBody, Tanita)

Multifrekvenční zařízení jsou přístroje, které poskytují možnost měřit jak reaktanční (kapacitní), tak i rezistenční (odporovou) složku, tedy celkovou impedanci. Aparáty, které

neumožňují měřit reaktanční složku bioimpedance nedávají možnost stanovit poměr extracelulární a intracelulární tekutiny (Zavadilová a kol., 2007). Multifrekvenční přístroje využívají frekvence v rozmezí 1 – 1000 kHz (Gába a Přidalová, 2011).

Základní proměnou, kterou bioelektrická impedance měří je celková voda (TBW). Tukuprostá hmota je vypočítána dle následující rovnice $FFM = TBW \cdot 0,732^{-1}$. Hodnota 0,732 (73,2 %) zastupuje průměrnou hydrataci tukuprosté hmoty u dospělých jedinců. Z definice principu šíření elektrického proudu i z tohoto vztahu je patrné, že přesnost měření je velmi citlivá na stav hydratace tkání. Dle Malé et al. (2014) může stav hydratace způsobit chybu měření 3 – 5 %.

Hlubík et al. (2012) uvádí, že impedance je u dehydratovaných osob menší a hyperhydratovaných osob vyšší, tudíž dehydratované osobě vyjdou klamavě vyšší hodnoty tělesného tuku a naopak. Impedanci může ovlivnit i teplota tělesné pokožky. Teplejší pokožka snižuje impedanci, tudíž výsledky tělesného tuku budou podhodnoceny.

Gába a kol. (2011) prezentuje další činitele, které mohou ovlivňovat přesnost výsledků, mezi které řadí také použití predikční rovnice, která by měla zohledňovat specifika dané populační skupiny (pohlaví, věk, frekvence sportovní aktivity, množství a distribuce tělesného tuku apod.).

Pro objektivnost naměřených výsledků je dle Riegerové a kol. (2006) doporučeno dodržování následujících podmínek:

- Nejíst a nepít po dobu 4 – 5 hodin před samotným měřením
- Vynechat velkou fyzickou zátěž po dobu 12 hodin před měřením
- Nepožívat alkohol 24 hodin před testem
- Vyprázdnit močový měchýř před testem a zavodnit se neslazenou vodou

Tato metoda je využitelná jak i u zdravých jedinců, tak i osob s diagnostikovanými chorobami. Měření by však neměly podstupovat těhotné ženy, jednotlivci s implantáty (kardiostimátor, totální endoprotézy a podobné), pacienti užívající léky na odvodnění organismu a ženy v období menstruace. Dle Riegerové a kol. (2006) je měření pomocí BIA v době menstruace doporučováno pouze tehdy, pokud ženy v období menstruace nepozoruje příbytek hmotnosti o 2 kg a víc. Nevhodné je také použití BIA u pacientů s otoky nebo při krátkodobých redukčních dietách, kdy dochází k velkým ztrátám vody.



Obr. č. 2: BIA – Tanita MC – 980 (Tanita, 2018)

2.5 Shrnutí teoretické části

Lidské zdraví z 60 % ovlivňuje životní styl a zároveň je tento faktor nejspíše ovlivnitelnou složkou. Zdravý životní styl je důležitý pro minimalizaci vzniku civilizačních chorob. Pro zdravý způsob života je důležitý dostatek pohybu, vyvážená a pestrá strava, dostatek spánku, zvládnutí stresových situací, efektivní trávení volného času nebo eliminace návykových látek.

Bez dodržování výše zmíněných složek několikanásobně zvyšujeme riziko vzniku civilizačních chorob. Nejrozšířenějším civilizačním problémem je nadváha až obezita. Obezita s sebou přináší mnoho zdravotních komplikací a stává se celosvětovým zdravotním i sociálním problémem.

Při diagnostice obezity není rozhodující hmotnost, nýbrž stanovení parametrů tělesného složení. Jednotlivé komponenty tělesného složení jsou ovlivněny genetickými informacemi, pohybovou aktivitou, výživou a celkovým zdravotním stavem organismu.

V současné době lze využít několik metod ke stanovení parametrů tělesného složení, které se uplatní v terénních či laboratorních podmínkách. BMI a BIA jsou nejrychleji proveditelnými metodami a vyžadují méně odborných znalostí než ostatní techniky. BMI je

však méně přesné. Také kaliperace nevyžaduje časovou ani finanční náročnost, pro přesné měření je však zapotřebí odborné znalosti a dovednosti vyšetřující osoby. Hydrodenzitometrie je dnes málo používanou metodou pro svou časovou, prostorovou i odbornou náročnost. Velmi přesnou metodou je dnes považovaná DXA, nicméně velké finanční náklady a dostupnost omezují její využití v praxi i v klinických studiích. Další nevýhodou DXA je radiační expozice. Výsledky DXA jsou nejméně ovlivněny vnějšími podmínkami. MRI a CT nejsou využívány v klinické praxi z důvodu finanční nákladnosti, nízké dostupnosti a v případě CT i radiační zátěži.

3 PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení vztahu mezi BMI a vybranými parametry tělesného složení stanovené pomocí přístroje pracujícím na principu bioelektrické impedance (BIA – Tanita MC - 980).

3.2 Úkoly práce

1. Zpracování teoretických východisek o tělesném složení a metodách měření zpracované z knih a jiných odborných studií.
2. Vypracování žádosti o vyjádření Etické komise UK FTVS spolu s informovaným souhlasem.
3. Zajištění přístrojového vybavení, probandů a jejich seznámení s cílem výzkumu.
4. Provedení antropometrického měření a analýzy tělesného složení u studentů UK FTVS.
5. Uvedení výsledků měření do jednotlivých tabulek a zpracování vzájemné korelace s vypočítanými hodnotami BMI.
6. Zpracování, posouzení a analýza dat.
7. Shrnutí výchozích poznatků do diskuze a závěru

3.3 Výzkumná otázka

Jaký je vztah mezi BMI a vybranými parametry tělesného složení hodnoceném pomocí bioelektrické impedance?

3.4 Hypotézy práce

H1: Předpokládáme odlišný vztah BMI a parametrů tělesného složení u mužů a u žen.

H2: Předpokládáme odlišnou míru vztahu BMI a parametrů tělesného složení u studentů fyzioterapie a TVS z důvodu odlišné úrovně fyzické aktivity.

3.4.1 Zdůvodnění hypotéz

H1: Muži mají přirozeně více svalové hmoty než ženy, tudíž i více TBW. Pokud by nastala situace, že žena s mužem budou mít stejnou hodnotu BMI muži budou mít méně tukové tkáně než ženy (Hainer a Kunešová, 1997). Spirduso (1995) uvádí intersexuální rozdíly v množství tělesného tuku u mužů a žen, a to nejen u běžné populace, ale i sportujících jedinců.

H2: Pravidelnou fyzickou činností dochází ke změnám parametrů tělesného složení ve smyslu nárůstu svalové hmoty a úbytku tělesného tuku. BMI ve výsledných hodnotách nezohledňuje podíl FM a FFM, tudíž může dojít k falešné diagnostice obezity (Riegerová a kol. 2006; Hung et al., 2016;).

3.5 Metodika práce

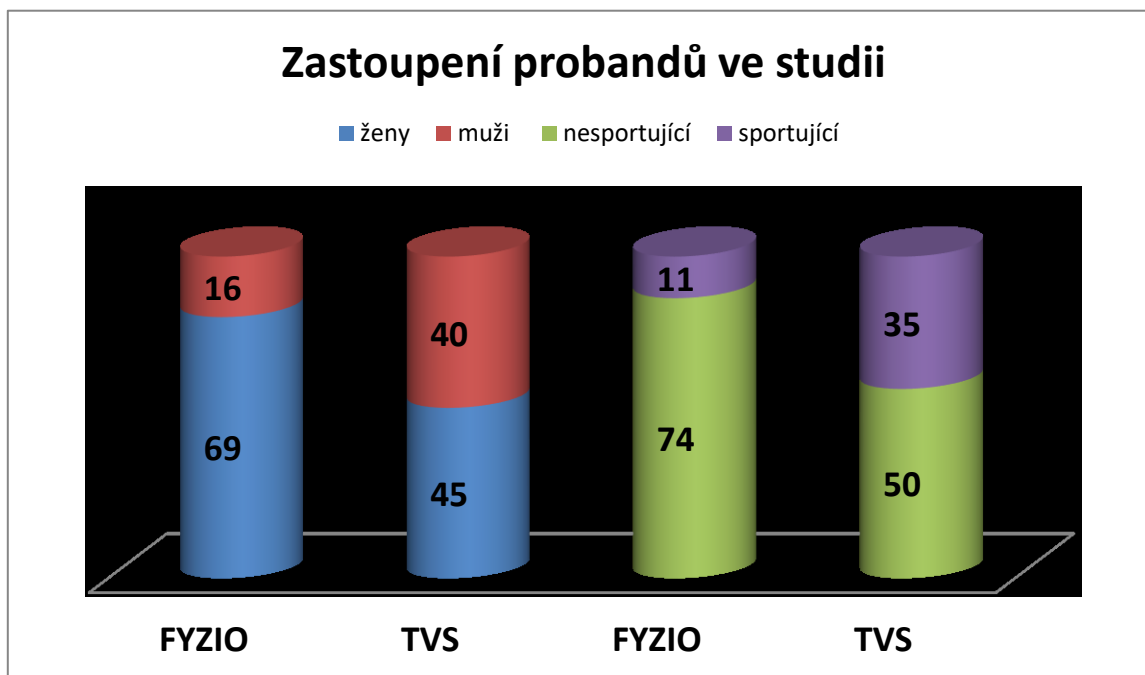
Tato diplomová práce má charakter empirického výzkumu, kde je hlavní metodou pozorování.

3.6 Charakteristika výzkumného souboru

Celkový počet naměřených probandů byl 170, jejichž věk se pohyboval v rozmezí 19 – 26 let. Testovanou skupinu tvořili studenti UK FTVS oboru fyzioterapie (n = 85) a TVS (n = 85). Grafické znázornění zastoupení ženského a mužského pohlaví, respektive nespportujících a sportujících probandů viz graf č.1.

Probandům, kteří provozují pravidelnou intenzivní pohybovou aktivitu více než 10 hodin týdně, byl při měření nastaven program „Athlet“ a v následujícím textu je tato skupina označována jako „sportující“.

Graf č. 1: Zastoupení probandů ve studii



FYZIO - obor fyzioterapie, TVS – obor tělesné výchovy a sportu

Z oboru fyzioterapie bylo do studie zařazeno:

- 62 nesportujících a 7 sportujících žen
- 12 nesportujících a 4 sportující muži

Z oboru TVS bylo do studie zařazeno:

- 28 nesportujících a 17 sportujících žen
- 22 nesportujících a 18 sportujících mužů

Zařazení probandů do výzkumu bylo možné pouze za předpokladu, že se u něho nevyskytují následující kontraindikace - kardiostimulátor či jiný kovový implantát v organismu, těhotenství, akutní onemocnění a horečnaté stavy nebo medikamenty ovlivňující hydrataci těla.

3.7 Použité metody

3.7.1 Měření základních antropometrických parametrů

Tělesná výška byla měřena pomocí digitálního bezdrátového stadiometru – Seca 242 pracujícím na principu optického senzoru, s přesností měření na 0,1 cm. Probandi stáli u stěny, které se dotýkali patami, hýžděmi, maximální plochou zad a hlavou v oblasti týlu.

Tělesná hmotnost byla stanovena pomocí přístroje BIA (Tanita MC - 980) v rámci měření tělesného složení. Tělesná hmotnost byla stanovena s přesností 0,1 kg. Měření probíhalo ve spodním prádle.

BMI bylo vypočítáno dle následujícího vzorce a vyhodnoceno dle kritérií vydaných WHO, uvedené jsou v tabulce č. 4.

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

3.7.2 Analýza tělesného složení

Frakcionace tělesné hmotnosti byla provedena na základě bioelektrické impedance, přístrojem Tanita MC - 980. Jedná se o tetrapolární, multifrekvenční přístroj, který využívá 6 frekvenčních pásem s frekvencí skenu 1/5/50/250/500/1000 kHz, čímž se umocňuje přesnost výsledných hodnot. Měření je provedeno během 30 sekund. Hmotnostní kapacita se uvádí do 300kg (Tanita, 2018).

Tato metoda je dle studií považována za relativně přesnou (Verney at kol., 2015, Kitano et al., 2001). Mezi hlavní faktory zvyšující přesnost výsledků patří použitá predikční rovnice, která zohledňuje pohlaví, věk, množství a distribuci tělesného tuku. (Gába a Přidalová, 2014). K měření v této studii byly použity predikční rovnice pro nesportující (program „Normal“) nebo sportující probandy (program „Athlet“). Pro zařazení do programu „Athlet“ probandi musí provozovat více než 10 hodin pravidelné intenzivní pohybové aktivity týdně.

BIA lidské tělo rozděluje na horní, dolní končetiny a trup, vč. pravé a levé strany. Segmentální analýza umožňuje posoudit množství svalové a tukové hmoty v jednotlivých částech těla a pomocí toho sledovat vliv terapeutických opatření (Kutáč a Sigmund, 2016).

Sledované parametry:

- tělesný tuk (%)
- tučná hmota (kg)
- tukuprostá hmota (kg)
- svalová hmota (kg)
- viscerální tuk
- TBW (kg, %)
- ECW (kg)
- ICW (kg)
- segmentární svalová analýza (kg)

3.7.3 Sběr dat

Cíle a provedení diplomové práce byly schváleny Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 081/2017, dne 21.3.2017. Žádost Etické komise je uveden v přílohách (viz příloha č. 1). Měření probíhalo v prostorách Biomedicínské laboratoře UK FTVS v období měsíců června 2017 až dubna 2018. Měření antropometrických parametrů a analýzu pomocí BIA prováděl jeden examinátor (řešitelka DP) pod dohledem vedoucí DP. Zpracování výsledků a statistická analýza dat probíhala s konzultantem DP. Všichni probandi byli nejprve seznámeni s cílem diplomové práce a s průběhem testování, včetně kontraindikací. Před zahájením testování všichni probandi podepsali informované souhlasy. Základní podoba informovaného souhlasu je k nalezení v seznamu příloh (viz příloha č. 2).

3.7.4 Podmínky měření

K dosažení co nejpřesnějších výsledků byla dodržována následující opatření:

- probandi nejedli ani nepili 2 hod před měřením
- byla dodržena doporučená pokojová teplota 22°C
- nepožítí alkoholových nápojů 48 hod před měřením

- nepodstoupení náročné fyzické aktivity do 12 hod před měřením
- před testováním vyprázdnění močového měchýře

(Riegerová a kol., 2006)

Měření proběhlo za standardizovaných podmínek daných manuálem přístroje BIA - Tanita MC - 980. Naměřené hodnoty byly porovnávány s referenčními doporučenými hodnotami dle BIA - Tanita MC - 980 (Tanita, 2018).

3.7.5 Analýza dat (statistické zpracování)

Naměřená data byla vyhodnocena do tabulek v programu Microsoft Excel 2007. Základní charakteristika naměřeného souboru je popsána následujícími statistickými parametry: aritmetickým průměrem, směrodatnou odchylkou (SD), minimem (MIN) a maximem (MAX).

Vzhledem k rozčlenění celkového souboru do několika specifických skupin (rozdělených dle pohlaví, studijních oborů, sportujících a nesportujících probandů) se po konzultaci s metodologem řešil pouze vztah mezi BMI a parametry tělesného složení a nikoliv mezi kategoriemi BMI a parametry tělesného složení. Skupina „FYZIO – muži – sportující“ nebyla v interpretaci výsledků zahrnována, a to z důvodu malého počtu probandů.

K posouzení normality dat byl využit v programu SPSS 15.0 Kolmogorov - Smirnovův test. Vztah mezi hodnotami BMI a hodnotami jednotlivých parametrů tělesného složení byl hodnocen pomocí Spearmanova korelačního koeficientu (r_s). Spearmanův korelační koeficient stanovuje, do jaké míry hodnota jednoho znaku předurčuje hodnotu druhého znaku, avšak nepředpokládá lineární druh závislosti. Tento neparametrický korelační koeficient je spolehlivý při nerovnoměrném rozložení dat. Uvedený koeficient nabývá hodnot -1 až 1. Hodnoty korelačního koeficientu blízké nule naznačují, že mezi sledovanými veličinami není závislost (Zvárová, 2011). Významnost rozdílů byla posuzována na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

V diplomové práci jsou bibliografické odkazy a citace uvedeny dle normy ČSN ISO 690 (01 0197), které jsou platné od 1. dubna 2011.

3.8 Rozsah platnosti

3.8.1 Vymezení

Vzhledem k velikosti testovaného souboru nejsou výsledky zobecnitelné a týkají se pouze dané skupiny probandů, studentů UK FTVS.

3.8.2 Omezení

Antropometrické měření a měření na bioelektrické impedanci probíhalo v prostorách Biomedicínské laboratoře UK FTVS. Měření všech probandů probíhalo za standardních podmínek (viz kapitola č. 3.7.4).

4 VÝSLEDKY

Výsledky studie jsou rozděleny do dvou částí. První část obsahuje data o charakteristice souboru (BMI, hodnoty parametrů tělesného složení). Druhá část prezentuje výsledné korelace mezi hodnotami BMI a jednotlivými parametry tělesného složení.

4.1 Charakteristika souboru

Sledovaný soubor je tvořen studenty ($n = 170$) UK FTVS - oborů fyzioterapie a TVS. Testovaný soubor tvoří 114 žen a 56 mužů, resp. 85 probandů studující obor fyzioterapie a 85 probandů z oboru TVS. Při rozdělení dle kritéria sportovní aktivity celkový soubor tvoří 124 probandů bez pravidelné sportovní aktivity a 46 probandů s pravidelnou sportovní aktivitou (více než 10 hodin intenzivní fyzické aktivity týdně). Z důvodu přehlednosti je soubor rozdělen do specifických podskupin (tab. č. 5 – č. 18), kde je uveden kompletní přehled kvantitativních dat.

Tabulka č. 5: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u všech naměřených probandů. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

CELÝ SOUBOR (n = 170)				
Parametry	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,1	1,4	19,0	26,0
tělesná výška (cm)	172,2	8,5	153,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	67,0	10,7	47,2	94,5
BMI (kg/m ²)	22,5	2,2	18,0	30,3
tělesný tuk (%)	19,2	6,3	4,3	34,0
tučná hmota (kg)	12,8	4,5	3,1	31,0
tukuprostá hmota (kg)	54,9	10,8	40,2	85,3
svalová hmota (kg)	51,6	10,3	38,1	81,1
viscerální tuk	1,5	1,0	1,0	5,0
TBW (kg)	39,2	7,8	29,0	61,9
TBW (%)	58,3	4,7	47,4	69,8
ECW (kg)	15,2	2,4	11,4	20,6
ICW (kg)	24,0	5,7	17,0	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):				
- trup	28,6	4,7	21,8	42,9
- pravá HK	2,8	0,9	1,7	5,7
- pravá DK	8,8	2,0	6,3	13,3
- levá HK	2,8	0,9	1,7	10,5
- levá DK	8,6	1,9	5,7	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Průměrný věk probandů představoval $22,1 \pm 1,4$ let, přičemž se věkové rozmezí pohybovalo od 19 let do 26 let. Tělesná výška představovala průměrnou hodnotu $172,2 \pm 8,5$ cm, kde rozmezí bylo 153 – 192 cm. Průměr tělesné hmotnosti celkového souboru byl $67 \pm 10,7$ kg, rozmezí se pohybovalo od 47,2 - 94,5 kg.

Průměrné hodnoty BMI v našem souboru byly $22,5 \pm 2,2$ kg/m². Nejmenší vypočítanou hodnotou BMI bylo 18,2 kg/m², naopak nejvyšší hodnota byla vypočítána na 30,3 kg/m². Dle WHO (2016) je pro evropskou dospělou populaci kritérium ideální normální váhy BMI = 18,5 - 24,9 kg/m². Z celkového naměřeného souboru se do kategorie normální váhy zařadilo 142 ze 170 probandů, což znamená 83,5%. Dalších 24, resp. 14,1 % probandů překročilo horní hranici rozmezí pro normální hmotnost, zbylí 4, resp. 2,4 % probandi byly pod dolní hranicí.

Pomocí přístroje BIA (Tanita – MC - 980) jsme zjistili hodnoty tělesného tuku měřených probandů, přičemž průměrné hodnoty byly $19,2 \pm 6,3$ %, resp. $12,8 \pm 4,5$ kg. Nejvyšší naměřená hodnota tělesného tuku byla 34,0 %, naopak nejmenší hodnota představovala 4,3%. Tukuprostá hmota představovala průměrnou hodnotu $54,9 \pm 10,8$ kg, kde se naměřené hodnoty probandů pohybovaly v rozmezí od 40,2 do 85,3 kg. Zastoupení svalové hmoty bylo u probandů v průměrných hodnotách $51,6 \pm 10,3$ kg, v rozmezí 38,1 - 81,1 kg.

Hodnoty celkové tělesné vody v průměru dosahovaly $39,2 \pm 7,8$ kg, resp. $58,3 \pm 4,7$ %. Nejnižší naměřená hodnota činila 29,0 kg (47,4%), naopak nejvyšší hodnotou bylo 61,9 kg (69,8%). Průměrné hodnoty extracelulární vody představovaly $15,2 \pm 2,4$ kg, kde se naměřené hodnoty pohybovaly v rozmezí 11,4 - 20,6 kg. Průměr hodnot intracelulární tekutiny byl $24,0 \pm 5,7$ kg. Nejmenší naměřená hodnota byla 17,0 kg, naopak nejvyšší hodnotou bylo 42,3 kg.

Tabulka č. 6: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u žen a mužů. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	ŽENY (n = 114)				MUŽI (n = 56)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,2	1,3	20,0	26,0	22,0	1,7	19,0	26,0
tělesná výška (cm)	168,1	6,0	153,0	187,0	180,5	6,7	162,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	61,6	7,0	47,2	91,1	78,0	8,1	58,9	94,5
BMI (kg/m ²)	21,8	2,0	18,0	27,5	24,0	1,9	20,2	30,3
tělesný tuk (%)	22,1	4,9	10,6	34,0	13,3	4,5	4,3	22,9
tučná hmota (kg)	13,9	4,4	5,8	31,0	10,4	3,7	3,1	17,0
tukuprostá hmota (kg)	47,8	4,0	40,2	60,1	67,7	7,3	50,7	85,3
svalová hmota (kg)	45,4	3,8	38,1	57,1	64,3	7,0	48,1	81,1
viscerální tuk	1,2	0,6	1,0	4,0	2,1	1,4	1,0	5,0
TBW (%)	56,1	3,5	47,4	63,5	62,7	3,5	56,4	69,8
TBW (kg)	34,4	2,9	29,0	43,2	48,9	5,2	37,1	61,9
ECW (kg)	13,8	1,2	11,4	18,6	18,0	1,4	15,3	20,6
ICW (kg)	20,7	2,0	17,0	26,8	30,9	4,4	21,4	42,3
segmentární analýza								
- trup	26,0	2,1	21,8	32,9	34,0	3,8	24,7	42,9
- pravá HK	2,2	0,3	1,7	3,0	4,0	0,6	2,6	5,7
- pravá DK	7,6	0,7	6,3	9,9	11,4	1,0	9,3	13,3
- levá HK	2,1	0,3	1,7	3,0	4,0	0,6	2,5	5,7
- levá DK	7,5	0,7	6,2	9,7	11,0	1,0	9,0	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 7: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících probandů. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	NESPORUJÍCÍ (n = 124)				SPORTUJÍCÍ (n = 46)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,4	1,4	20,0	26,0	21,4	1,3	19,0	25,0
tělesná výška (cm)	171,3	8,2	153,0	191,0	174,5	9,0	155,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	66,2	10,2	49,6	91,1	69,4	11,8	47,2	94,5
BMI (kg/m ²)	22,4	2,1	18,0	27,5	22,7	2,5	18,2	30,3
tělesný tuk (%)	21,0	5,9	4,3	34,0	14,4	4,8	5,6	26,7
tučná hmota (kg)	13,9	4,5	3,1	31,0	9,8	2,9	3,5	16,5
tukuprostá hmota (kg)	52,3	9,5	40,2	75,3	59,7	12,1	41,4	85,3
svalová hmota (kg)	49,7	9,1	38,1	71,6	56,7	11,5	39,3	81,1
viscerální tuk	1,6	1,1	1,0	5,0	1,3	0,8	1,0	5,0
TBW (%)	57,1	4,5	47,4	69,8	61,6	3,3	54,0	68,1
TBW (kg)	57,1	4,5	47,4	69,8	43,0	8,8	29,5	61,9
ECW (kg)	15,2	2,4	11,9	20,6	15,2	2,3	11,4	19,6
ICW (kg)	22,6	4,6	17,0	34,3	27,8	6,5	18,1	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	27,8	4,1	21,8	38,3	30,7	5,6	22,3	42,9
- pravá HK	2,5	0,8	1,7	4,3	3,4	1,1	1,9	5,7
- pravá DK	8,5	1,9	6,3	13,2	9,7	2,0	6,7	13,3
- levá HK	2,5	0,8	1,7	4,7	3,3	1,1	1,8	5,7
- levá DK	8,3	1,7	6,2	12,7	9,7	2,0	6,6	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 8: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u probandů studujících obor fyzioterapie a TVS. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	FYZIO (n = 85)				TVS (n = 85)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,4	1,3	19,0	26,0	21,8	1,6	20,0	26,0
tělesná výška (cm)	170,2	8,0	153,0	191,0	174,2	8,6	155,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	64,5	10,0	50,7	92,7	69,6	10,8	47,2	94,5
BMI (kg/m ²)	22,2	2,2	18,0	30,3	22,8	2,2	18,2	28,0
tělesný tuk (%)	21,5	5,4	10,2	34,0	16,9	6,4	4,3	31,8
tučná hmota (kg)	14,0	4,3	5,8	31,0	11,6	4,4	3,1	25,8
tukuprostá hmota (kg)	50,6	8,8	40,2	78,0	58,0	11,3	41,4	85,3
svalová hmota (kg)	48,0	8,4	38,1	74,2	55,1	10,8	39,3	81,1
viscerální tuk	1,6	1,0	1,0	5,0	1,5	1,0	1,0	5,0
TBW (%)	56,6	3,9	47,4	65,5	60,0	4,7	49,1	69,8
TBW (kg)	36,5	6,3	29,0	58,4	41,9	8,2	29,5	61,9
ECW (kg)	14,5	2,1	11,9	20,6	15,8	2,5	11,4	20,4
ICW (kg)	21,9	4,4	17,0	39,5	26,1	6,0	18,1	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	27,1	3,8	21,8	38,3	30,2	5,0	22,3	42,9
- pravá HK	2,4	0,7	1,7	5,2	3,1	1,0	1,8	5,7
- pravá DK	8,2	1,7	6,3	13,0	9,5	2,0	6,7	13,3
- levá HK	2,4	0,7	1,7	5,0	3,1	1,0	1,8	5,7
- levá DK	8,0	1,6	6,2	13,1	9,3	2,0	6,6	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 9: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících žen. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	ŽENY NESPORTUJÍCÍ (n = 90)				ŽENY SPORTUJÍCÍ (n = 24)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,4	1,3	20,0	26,0	21,4	1,1	20,0	23,0
tělesná výška (cm)	167,9	6,1	153,0	187,0	68,8	5,7	155,0	179,5
tělesná hmotnost (kg)	62,0	7,4	49,6	91,1	60,2	4,7	47,2	66,0
BMI (kg/m ²)	22,0	2,1	18,0	27,5	21,2	1,9	18,2	25,7
tělesný tuk (%)	23,4	4,4	13,6	34,0	17,4	3,6	10,6	26,7
tučná hmota (kg)	14,8	4,4	6,8	31,0	10,6	2,7	5,8	16,5
tukuprostá hmota (kg)	47,3	4,0	40,2	60,1	49,6	3,3	41,4	54,9
svalová hmota (kg)	44,9	3,8	38,1	57,1	47,1	3,1	39,3	52,1
viscerální tuk	1,3	0,6	1,0	4,0	1,0	0,2	1,0	2,0
TBW (%)	55,2	3,2	47,4	62,4	59,4	2,5	54,0	63,5
TBW (kg)	34,1	2,9	29,0	43,2	35,7	2,6	29,5	41,1
ECW (kg)	13,9	1,3	11,9	18,6	13,2	0,7	11,4	14,3
ICW (kg)	20,2	1,7	17,0	24,6	22,5	2,0	18,1	26,8
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	25,9	2,2	21,8	32,9	26,2	1,8	22,3	29,1
- pravá HK	2,1	0,2	1,7	3,0	2,5	0,3	1,9	2,9
- pravá DK	7,5	0,7	6,3	9,9	8,0	0,5	6,7	8,6
- levá HK	2,1	0,2	1,7	3,0	2,4	0,3	1,8	3,0
- levá DK	7,3	0,6	6,2	9,7	8,1	0,5	6,6	8,8

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 10: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících mužů. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	MUŽI NESPORTUJÍCÍ (n = 34)				MUŽI SPORTUJÍCÍ (n = 22)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,3	1,7	20,0	26,0	21,4	1,5	19,0	25,0
tělesná výška (cm)	180,3	6,1	166,0	191,0	180,8	7,7	162,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	77,1	8,0	58,9	90,2	79,5	8,2	62,5	94,5
BMI (kg/m ²)	23,7	1,7	20,2	26,8	24,3	2,1	21,4	30,3
tělesný tuk (%)	14,7	4,5	4,3	22,9	11,1	3,6	5,6	20,1
tučná hmota (kg)	11,4	3,8	3,1	17,0	8,8	2,9	3,5	14,8
tukuprostá hmota (kg)	65,7	6,5	50,7	75,3	70,7	7,6	58,6	85,3
svalová hmota (kg)	62,4	6,2	48,1	71,6	67,2	7,3	55,7	81,1
viscerální tuk	2,5	1,4	1,0	5,0	1,5	1,1	1,0	5,0
TBW (%)	61,9	3,8	56,4	69,8	64,0	2,4	59,0	68,1
TBW (kg)	47,6	4,6	37,1	54,7	50,9	5,7	41,8	61,9
ECW (kg)	18,4	1,3	15,5	20,6	17,4	1,1	15,3	19,6
ICW (kg)	29,2	3,3	21,4	34,3	33,5	4,6	26,2	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	32,9	3,5	24,7	38,3	35,7	3,8	28,8	42,9
- pravá HK	3,7	0,4	2,6	4,3	4,4	0,7	3,2	5,7
- pravá DK	11,3	1,0	9,3	13,2	11,5	1,1	9,6	13,3
- levá HK	3,9	1,3	2,5	10,5	4,3	0,6	3,2	5,7
- levá DK	10,6	1,5	3,9	12,7	11,4	1,3	9,1	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 11: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u žen a mužů studujících obor fyzioterapie. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	FYZIO ŽENY (n = 69)				FYZIO MUŽI (n = 16)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,5	1,2	20,0	25,0	22,3	1,6	19,0	26,0
tělesná výška (cm)	168,0	6,4	153,0	187,0	179,4	8,0	166,0	191,0
tělesná hmotnost (kg)	61,4	7,2	50,7	91,1	77,9	9,2	65,7	92,7
BMI (kg/m ²)	21,7	2,0	18,0	26,7	24,2	2,2	21,0	30,3
tělesný tuk (%)	22,8	5,0	10,6	34,0	16,2	3,8	10,2	22,9
tučná hmota (kg)	14,3	4,5	5,8	31,0	12,6	3,1	7,1	17,0
tukuprostá hmota (kg)	47,2	4,2	40,2	60,1	65,3	8,2	50,7	78,0
svalová hmota (kg)	44,8	4,0	38,1	57,1	62,1	7,8	48,1	74,2
viscerální tuk	1,3	0,6	1,0	4,0	2,9	1,4	1,0	5,0
TBW (%)	55,7	3,6	47,4	63,5	60,5	2,9	56,5	65,5
TBW (kg)	34,0	3,1	29,0	43,2	47,1	5,9	37,1	58,4
ECW (kg)	13,8	1,3	11,9	18,6	18,0	1,6	15,7	20,6
ICW (kg)	20,2	2,0	17,0	26,8	29,2	4,7	21,4	39,5
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	25,8	2,2	21,8	32,9	32,7	4,3	24,7	38,3
- pravá HK	2,1	0,3	1,7	3,0	3,7	0,7	2,6	5,2
- pravá DK	7,5	0,7	6,3	9,9	11,2	1,2	9,3	13,0
- levá HK	2,1	0,3	1,7	3,0	3,7	0,7	2,5	5,0
- levá DK	7,3	0,7	6,2	9,7	10,8	1,1	9,0	13,1

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 12: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících probandů studujících obor fyzioterapie. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	FYZIO NESPORTUJÍCÍ (n = 74)				FYZIO SPORTUJÍCÍ (n = 11)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,5	1,3	20,0	26,0	22,1	1,4	19,0	24,0
tělesná výška (cm)	169,7	8,2	153,0	191,0	173,2	5,9	166,0	184,0
tělesná hmotnost (kg)	64,1	9,7	50,7	91,1	67,2	11,8	53,8	92,7
BMI (kg/m ²)	22,2	2,0	18,0	26,7	22,4	3,5	18,3	30,3
tělesný tuk (%)	22,6	4,8	11,7	34,0	14,5	3,6	10,2	21,8
tučná hmota (kg)	14,6	4,2	7,4	31,0	9,7	2,9	5,8	14,7
tukuprostá hmota (kg)	49,6	8,1	40,2	74,6	57,5	10,6	45,6	78,0
svalová hmota (kg)	47,1	7,7	38,1	70,9	54,6	10,1	43,3	74,2
viscerální tuk	1,6	1,0	1,0	5,0	1,4	0,9	1,0	4,0
TBW (%)	55,8	3,5	47,4	64,2	61,6	2,9	55,2	65,5
TBW (kg)	35,7	5,7	29,0	53,7	41,5	8,2	32,1	58,4
ECW (kg)	14,5	2,1	11,9	20,6	14,8	2,2	12,3	18,9
ICW (kg)	21,2	3,7	17,0	33,3	26,7	6,0	19,8	39,5
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	26,7	3,6	21,8	38,3	29,9	4,4	24,6	37,9
- pravá HK	2,3	0,6	1,7	4,3	3,2	1,0	2,1	5,2
- pravá DK	8,0	1,6	6,3	13,0	9,2	1,9	7,3	13,0
- levá HK	2,3	0,6	1,7	4,7	3,1	1,0	2,0	5,0
- levá DK	7,8	1,5	6,2	12,3	9,2	1,8	7,3	13,1

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 13: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nespportujících a sportujících žen studujících obor fyzioterapie. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	FYZIO ŽENY NESPORTUJÍCÍ (n = 62)				FYZIO ŽENY SPORTUJÍCÍ (n = 7)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,5	1,3	20,0	25,0	22,4	0,8	21,0	23,0
tělesná výška (cm)	167,7	6,5	153,0	187,0	171,2	4,6	166,0	179,5
tělesná hmotnost (kg)	61,5	7,4	50,7	91,1	60,2	4,8	53,8	66,0
BMI (kg/m ²)	21,8	2,0	18,0	26,7	20,6	2,0	18,3	23,7
tělesný tuk (%)	23,5	4,5	13,8	34,0	15,8	3,5	10,6	21,8
tučná hmota (kg)	14,8	4,4	7,4	31,0	9,6	2,7	5,8	14,4
tukuprostá hmota (kg)	46,8	4,2	40,2	60,1	50,5	3,0	45,6	54,9
svalová hmota (kg)	44,4	4,0	38,1	57,1	48,0	2,8	43,3	52,1
viscerální tuk	1,3	0,7	1,0	4,0	1,0	0,0	1,0	1,0
TBW (%)	55,1	3,2	47,4	62,1	60,3	2,8	55,2	63,5
TBW (kg)	33,7	3,0	29,0	43,2	36,2	2,9	32,1	41,1
ECW (kg)	13,8	1,3	11,9	18,6	13,3	0,7	12,3	14,3
ICW (kg)	19,9	1,7	17,0	24,6	22,9	2,2	19,8	26,8
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	25,6	2,2	21,8	32,9	27,0	1,5	24,6	29,1
- pravá HK	2,1	0,3	1,7	3,0	2,5	0,3	2,1	2,9
- pravá DK	7,4	0,7	6,3	9,9	8,0	0,4	7,3	8,5
- levá HK	2,1	0,2	1,7	3,0	2,5	0,3	2,0	3,0
- levá DK	7,3	0,7	6,2	9,7	8,0	0,4	2,2	8,6

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 14: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících mužů studujících obor fyzioterapie. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	FYZIO MUŽI NESPORTUJÍCÍ (n = 12)				FYZIO MUŽI SPORTUJÍCÍ (n = 4)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,6	1,4	21,0	26,0	21,5	2,1	19,0	24,0
tělesná výška (cm)	180,3	8,5	166,0	191,0	176,8	6,9	168,0	184,0
tělesná hmotnost (kg)	77,3	9,4	65,7	90,2	79,6	10,0	69,0	92,7
BMI (kg/m ²)	23,7	1,6	21,0	26,2	25,5	3,4	22,4	30,3
tělesný tuk (%)	17,5	3,3	11,7	22,9	12,3	2,7	10,2	15,9
tučná hmota (kg)	13,4	2,6	8,1	17,0	10,0	3,5	7,1	14,7
tukuprostá hmota (kg)	63,9	8,4	50,7	74,6	69,7	6,6	61,9	78,0
svalová hmota (kg)	60,7	8,0	48,1	70,9	66,2	6,4	58,8	74,2
viscerální tuk	3,2	1,3	1,0	5,0	2,0	1,4	1,0	4,0
TBW (%)	59,4	2,5	56,5	64,2	63,8	1,2	62,9	65,5
TBW (kg)	45,9	5,6	37,1	53,7	50,7	5,6	45,2	58,4
ECW (kg)	18,2	1,7	15,7	20,6	17,4	1,2	16,1	18,9
ICW (kg)	27,8	4,0	21,4	33,3	33,3	4,5	29,1	39,5
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	32,0	4,6	24,7	38,3	34,9	2,9	31,0	37,9
- pravá HK	3,5	0,6	2,6	4,3	4,4	0,7	3,7	5,2
- pravá DK	11,1	1,2	9,3	13,0	11,5	1,1	10,4	13,0
- levá HK	3,5	0,7	2,5	4,7	4,2	0,6	3,6	5,0
- levá DK	10,7	1,1	9,0	12,3	11,3	1,3	10,1	13,1

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 15: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u žen a mužů studujících obor TVS. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	TVS ŽENY (n = 45)				TVS MUŽI (n = 40)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	21,7	1,4	20,0	26,0	21,8	1,7	20,0	26,0
tělesná výška (cm)	168,2	5,5	155,0	179,0	180,9	6,2	162,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	62,0	6,8	47,2	81,2	78,1	7,7	58,9	94,5
BMI (kg/m ²)	21,9	2,2	18,2	27,5	23,9	1,8	20,2	28,0
tělesný tuk (%)	21,2	4,7	12,2	31,8	12,1	4,2	4,3	20,5
tučná hmota (kg)	13,4	4,2	5,8	25,8	9,6	3,6	3,1	15,9
tukuprostá hmota (kg)	48,7	3,5	41,4	55,4	68,6	6,8	52,2	85,3
svalová hmota (kg)	46,2	3,4	39,3	52,6	65,2	6,5	49,6	81,1
viscerální tuk	1,2	0,5	1,0	3,0	1,8	1,3	1,0	5,0
TBW (%)	56,8	3,4	49,1	62,5	63,6	3,3	56,4	69,8
TBW (kg)	35,1	2,6	29,5	39,9	49,6	4,9	39,1	61,9
ECW (kg)	13,8	1,2	11,4	16,8	18,0	1,3	15,3	20,4
ICW (kg)	21,3	1,8	18,1	24,7	31,6	4,1	23,6	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	26,3	2,0	22,3	30,9	34,5	3,5	25,5	42,9
- pravá HK	2,3	0,3	1,8	2,8	4,0	0,6	3,0	5,7
- pravá DK	7,8	0,6	6,7	8,6	11,4	1,0	9,3	13,3
- levá HK	2,2	0,3	1,8	2,8	4,2	1,2	2,6	10,5
- levá DK	7,7	0,6	6,6	8,8	11,0	1,6	3,9	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 16: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících probandů studujících obor TVS. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	TVS NESPORTUJÍCÍ (n = 50)				TVS SPORTUJÍCÍ (n = 35)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,2	1,7	20,0	26,0	21,2	1,2	20,0	25,0
tělesná výška (cm)	173,7	7,7	157,0	189,0	174,9	9,8	155,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	69,3	10,2	49,6	88,7	70,1	11,8	47,2	94,5
BMI (kg/m ²)	22,9	2,2	19,1	27,5	22,8	2,2	18,2	28,0
tělesný tuk (%)	18,7	6,6	4,3	31,8	14,4	5,2	5,6	26,7
tučná hmota (kg)	12,9	4,8	3,1	25,8	9,8	3,0	3,5	16,5
tukuprostá hmota (kg)	56,4	10,1	42,8	75,3	60,4	12,6	41,4	85,3
svalová hmota (kg)	53,6	9,7	40,6	71,6	57,4	12,0	39,3	81,1
viscerální tuk	1,6	1,1	1,0	5,0	1,3	0,8	1,0	5,0
TBW (%)	58,9	5,2	49,1	69,8	61,6	3,5	54,0	68,1
TBW (kg)	40,9	7,5	30,9	54,7	43,4	9,0	29,5	61,9
ECW (kg)	16,1	2,5	12,1	20,4	15,3	2,3	11,4	19,6
ICW (kg)	24,8	5,1	18,4	34,3	28,1	6,7	18,1	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	29,6	4,2	23,4	37,5	31,0	6,0	22,3	42,9
- pravá HK	2,9	0,9	1,8	4,2	3,4	1,1	1,9	5,7
- pravá DK	9,3	2,0	6,8	13,2	9,8	2,0	6,7	13,3
- levá HK	3,0	1,4	1,8	10,5	3,3	1,1	1,8	5,7
- levá DK	8,8	2,0	3,9	12,7	9,8	2,0	6,6	13,5

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 17: Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících žen studujících obor TVS. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	TVS ŽENY NESPORTUJÍCÍ (n = 28)				TVS ŽENY SPORTUJÍCÍ (n = 17)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,2	1,5	20,0	26,0	21,0	0,9	20,0	23,0
tělesná výška (cm)	168,5	5,2	157,0	179,0	167,8	6,0	155,0	179,0
tělesná hmotnost (kg)	63,2	7,5	49,6	81,2	60,2	4,9	47,2	65,9
BMI (kg/m ²)	22,2	2,3	19,1	27,5	21,4	1,8	18,2	25,7
tělesný tuk (%)	23,0	4,4	13,6	31,8	18,1	3,6	12,2	26,7
tučná hmota (kg)	14,8	4,4	6,8	25,8	11,0	2,7	5,8	16,5
tukuprostá hmota (kg)	48,4	3,6	42,8	55,4	49,2	3,4	41,4	54,0
svalová hmota (kg)	45,9	3,4	40,6	52,6	46,7	3,3	39,3	51,3
viscerální tuk	1,2	0,6	1,0	3,0	1,1	0,2	1,0	2,0
TBW (%)	55,5	3,2	49,1	62,4	59,1	2,4	54,0	62,5
TBW (kg)	34,8	2,6	30,9	39,9	35,5	2,6	29,5	38,3
ECW (kg)	14,2	1,2	12,1	16,8	13,2	0,7	11,4	14,1
ICW (kg)	20,7	1,4	18,4	23,1	22,3	1,9	18,1	24,7
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	26,5	2,1	23,4	30,9	25,9	1,8	22,3	28,4
- pravá HK	2,2	0,2	1,8	2,6	2,4	0,3	1,9	2,8
- pravá DK	7,6	0,5	6,8	8,6	8,0	0,5	6,7	8,6
- levá HK	2,1	0,2	1,8	2,6	2,4	0,3	1,8	2,8
- levá DK	7,4	0,5	6,7	8,3	8,1	0,6	6,6	8,8

BMI – Body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ECW** – extracelulární tekutina, **ICW** – intracelulární tekutina, **HK** – horní končetina, **DK** – dolní končetina

Tabulka č. 18 – Základní charakteristika antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení u nesportujících a sportujících mužů studujících obor TVS. Naměřené hodnoty jsou uvedené ve tvaru průměr, směrodatná odchylka (SD), minimum (MIN) a maximum (MAX)

Parametry	TVS MUŽI NESPORTUJÍCÍ (n = 22)				TVS MUŽI SPORTUJÍCÍ (n = 18)			
	Průměr	SD	MIN	MAX	Průměr	SD	MIN	MAX
věk (roky)	22,2	1,9	20,0	26,0	21,4	1,4	20,0	25,0
tělesná výška (cm)	180,3	4,5	168,0	189,0	181,7	7,8	162,0	192,0
tělesná hmotnost (kg)	77,0	7,4	58,9	88,7	79,5	8,1	62,5	94,5
BMI (kg/m ²)	23,7	1,9	20,2	26,8	24,1	1,8	21,4	28,0
tělesný tuk (%)	13,2	4,4	4,3	20,5	10,8	3,7	5,6	20,1
tučná hmota (kg)	10,4	4,0	3,1	15,9	8,6	2,9	3,5	14,8
tukuprostá hmota (kg)	66,6	5,1	52,2	75,3	70,9	8,0	58,6	85,3
svalová hmota (kg)	63,3	4,9	49,6	71,6	67,4	7,6	55,7	81,1
viscerální tuk	2,1	1,4	1,0	5,0	1,4	1,0	1,0	5,0
TBW (%)	63,3	3,8	56,4	69,8	64,0	2,7	59,0	68,1
TBW (kg)	48,6	3,7	39,1	54,7	50,9	5,9	41,8	61,9
ECW (kg)	18,6	1,1	15,5	50,4	17,4	1,1	15,3	19,6
ICW (kg)	30,0	2,6	23,6	34,3	33,5	4,7	26,2	42,3
segmentární analýza svalové hmoty (kg):								
- trup	33,5	2,7	25,5	37,5	35,9	4,1	28,8	42,9
- pravá HK	3,8	0,3	3,0	4,2	4,4	0,7	3,2	5,7
- pravá DK	11,4	0,9	9,3	13,2	11,5	1,2	9,6	13,3
- levá HK	4,1	1,5	2,6	10,5	4,3	0,7	3,2	5,7

4.2. Korelace BMI a parametrů tělesného složení

Ve druhé části výsledků je hodnocen vztah mezi BMI a tělesným složením stanoveným BIA (Tanita MC - 980). Výsledky korelační analýzy za použití Spearmanova korelačního koeficientu jsou uvedeny v tabulce č. 19 – č. 21. Nezbarvená pole s hodnotami jsou statisticky nevýznamná.

Tabulka č. 19: Výsledky korelační analýzy 1 – Vztah mezi BMI a parametry tělesného složení

	BMI	tuk (%)	tučná hmota (kg)	viscerální tuk	tukuprostá hmota (kg)	svalová hmota (kg)	TBW (kg)	TBW (%)	ICW (kg)	ECW (kg)
celý soubor (n=170)		0,062	0,386	0,603	0,624	0,624	0,643	-0,027	0,580	0,708
ženy (n=114)		0,622	0,701	0,523	0,477	0,476	0,518	-0,586	0,385	0,657
muži (n=56)		0,390	0,575	0,498	0,543	0,543	0,583	-0,304	0,547	0,551
nesportující (n=124)		0,164	0,512	0,656	0,638	0,638	0,635	-0,168	0,596	0,692
sportující (n=46)		-0,155	0,277	0,538	0,671	0,671	0,736	0,348	0,733	0,745
FYZIO (n=85)		0,253	0,563	0,646	0,574	0,574	0,595	-0,241	0,499	0,703
TVS (n=85)		0,007	0,339	0,610	0,638	0,638	0,656	0,038	0,611	0,676
ženy - nesportující (n=90)		0,629	0,716	0,544	0,596	0,596	0,596	-0,636	0,526	0,683
ženy - sportující (n=24)		0,748	0,762	0,347	0,263	0,263	0,497	-0,324	0,481	0,513
muži - nesportující (n=34)		0,490	0,694	0,602	0,636	0,636	0,631	-0,422	0,582	0,740
muži - sportující (n=22)		0,357	0,592	0,536	0,456	0,456	0,566	-0,090	0,551	0,575

BMI – body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ICW** – intracelulární tekutina, **ECW** – extracelulární tekutina

šedé podbarvení - významná korelace na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 20: Výsledky korelační analýzy 2 - Vztah mezi BMI a parametry tělesného složení

	BMI	tuk (%)	tučná hmota (kg)	viscerální tuk	tukuprostá hmota (kg)	svalová hmota (kg)	TBW (kg)	TBW (%)	ICW (kg)	ECW (kg)
FYZIO - ženy (n=69)		0,621	0,685	0,537	0,441	0,441	0,469	-0,610	0,330	0,640
FYZIO - muži (n=16)		0,099	0,473	0,499	0,693	0,693	0,705	-0,006	0,655	0,586
FYZIO - nesportující (n=74)		0,325	0,639	0,655	0,597	0,597	0,598	-0,338	0,533	0,674
FYZIO - sportující (n=11)		0,140	0,436	0,674	0,873	0,873	0,909	0,418	0,907	0,893
FYZIO - ženy - nesportující (n=62)		0,634	0,692	0,551	0,523	0,523	0,523	-0,634	0,434	0,628
FYZIO - ženy - sportující (n=7)		0,847	0,857	0,602	0,607	0,607	0,750	-0,250	0,739	0,685
FYZIO - muži - nesportující (n=12)		0,214	0,670	0,528	0,598	0,598	0,614	-0,158	0,601	0,675
FYZIO - muži - sportující (n=4)		1,000	0,800	0,949	0,800	0,800	0,800	-0,600	0,800	0,800

BMI – body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ICW** – intracelulární tekutina, **ECW** – extracelulární tekutina

šedé podbarvení - významná korelace na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

Tabulka č. 21: Výsledky korelační analýzy 3 - Vztah mezi BMI a parametry tělesného složení

	BMI	tuk (%)	tučná hmota (kg)	viscerální tuk	tukuprostá hmota (kg)	svalová hmota (kg)	TBW (kg)	TBW (%)	ICW (kg)	ECW (kg)
TVS - ženy (n=45)		0,638	0,718	0,509	0,569	0,569	0,648	-0,541	0,499	0,680
TVS - muži (n=40)		0,497	0,665	0,559	0,482	0,482	0,507	-0,455	0,490	0,517
TVS - nesportující (n=50)		0,091	0,437	0,685	0,666	0,666	0,648	-0,093	0,628	0,685
TVS - sportující (n=35)		-0,160	0,227	0,502	0,604	0,604	0,670	0,287	0,663	0,673
TVS - ženy - nesportující (n=28)		0,613	0,746	0,550	0,829	0,829	0,827	-0,628	0,790	0,843
TVS - ženy - sportující (n=17)		0,772	0,765	0,408	0,145	0,145	0,394	-0,380	0,378	0,373
TVS - muži - nesportující (n=22)		0,695	0,788	0,721	0,614	0,614	0,585	-0,670	0,531	0,731
TVS - muži - sportující (n=18)		0,287	0,545	0,444	0,396	0,396	0,499	-0,092	0,476	0,505

BMI – body mass index, **TBW** – celková tělesná voda, **ICW** – intracelulární tekutina, **ECW** – extracelulární tekutina

šedé podbarvení - významná korelace na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

4.3 Komentář k tabulkám č. 19 – č. 21

Skupina „FYZIO – muži – sportující“ nebyla v interpretaci výsledků zahrnována, z důvodu malého počtu probandů.

4.3.1 Korelace BMI a jednotlivých parametrů tělesného složení u celého souboru

Pro přehlednost budeme uvádět podle našeho názoru nejdůležitější zjištěné vzájemné vztahy. Významný vztah byl nalezen mezi BMI a extracelulární tekutinou ($r_s = 0,708$), tukuprostou hmotou ($r_s = 0,624$), svalovou hmotou ($r_s = 0,624$) a množstvím celkové tělesné vody ($r_s = 0,643$). Menší míra závislosti se nachází u viscerálního tuku ($r_s = 0,603$) a intracelulární vody ($r_s = 0,580$). Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ se považuje za statisticky významný vztah i BMI a tučné hmoty (kg), i když korelační koeficient je již poměrně nízký ($r_s = 0,386$). Naopak statisticky nevýznamný vztah byl nalezen mezi BMI a tělesným tukem (%) ($r_s = 0,062$) a BMI s celkovou tělesnou vodou (%) ($r_s = - 0,027$).

4.3.2 Korelace BMI a jednotlivých parametrů tělesného složení u specifických skupin

Korelace BMI a tělesného tuku (%)

BMI nejvíce korelovalo s tělesným tukem ve všech skupinách, kde figurují ženy, ve skupinách mužů jsou k nalezení mnohem menší korelační koeficienty. Nejvyšší korelace byly zaznamenány v kategorii žen, které mají více než 10 hodin intenzivní fyzické aktivity týdně ($r_s = 0,748$), tak i u sportujících probandek v rozdělení dle studijních oborů - u studujících fyzioterapii ($r_s = 0,847$) i TVS ($r_s = 0,772$).

Naopak statisticky nevýznamný vztah a zároveň nejnižší korelační koeficient byl zjištěn u skupiny probandů studujících TVS ($r_s = 0,007$). Statisticky nevýznamný vztah byl dále vypočítán u sportujících mužů ($r_s = 0,357$), všech mužů studujících obor fyzioterapie ($r_s = 0,099$), u nesportujících mužů z fyzioterapie ($r_s = 0,214$) i u sportujících probandů studujících tento obor ($r_s = 0,140$). Z oboru TVS se našel statisticky nevýznamný vztah sportujících mužů ($r_s = 0,287$).

Tabulka č. 22: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,613 - 0,847$		Sportující	$r_s = 0,140 - 0,748$		TVS	$r_s = 0,007 - 0,695$
Muži	$r_s = 0,099 - 0,695$		Nesportující	$r_s = 0,091 - 0,695$		FYZIO	$r_s = 0,099 - 0,847$

Korelace BMI a tučné hmoty (kg)

Nejvýznamnější korelační vztah BMI a tučné hmoty (kg) byl nalezen u všech skupin ženského pohlaví ($r_s = 0,701 - 0,857$), v porovnání s mužskými skupinami probandů je k vidění značný rozdíl ($r_s = 0,473 - 0,788$). Nevýznamné korelační vztahy byly vypočítány u sportujících probandů ($r_s = 0,277$), u sportujících probandů studujících fyzioterapii ($r_s = 0,436$) a u mužů studujících tento obor ($r_s = 0,473$). Nevýznamný vztah byl objeven i u nesportujících probandů studujících TVS ($r_s = 0,227$).

Tabulka č. 23: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,685 - 0,857$		Sportující	$r_s = 0,227 - 0,857$		TVS	$r_s = 0,227 - 0,788$
Muži	$r_s = 0,473 - 0,788$		Nesportující	$r_s = 0,437 - 0,788$		FYZIO	$r_s = 0,436 - 0,857$

Korelace BMI a viscerálního tuku

Viscerální tuk významně koreluje s BMI téměř ve všech kategoriích, kde byli měřeni nesportující probandi. Nízká korelace je ve skupině mužů studujících fyzioterapii ($r_s = 0,499$) a sportujících probandů studujících fyzioterapii ($r_s = 0,674$) i TVS ($r_s = 0,502$), resp. sportující ženy ($r_s = 0,408$) i muži z TVS ($r_s = 0,444$).

Tabulka č. 24: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,347 - 0,602$		Sportující	$r_s = 0,347 - 0,674$		TVS	$r_s = 0,408 - 0,721$
Muži	$r_s = 0,444 - 0,721$		Nesportující	$r_s = 0,528 - 0,721$		FYZIO	$r_s = 0,499 - 0,674$

Korelace BMI a tukuprosté hmoty (kg), korelace BMI a svalové hmoty (kg)

Jelikož svalová hmota je součástí FFM, ve výsledcích dosahujeme obdobných hodnot jako u tukuprosté hmoty, proto jsme v interpretaci výsledků tyto dvě skupiny sloučily. Tukuprostá hmota významně koreluje téměř ve všech skupinách, zejména u nesportujících skupin. Statisticky nevýznamné vztahy se nacházejí pouze u sportujících skupin, a to konkrétně u sportujících žen ($r_s = 0,263$), sportujících žen z fyzioterapie ($r_s = 0,607$), sportujících žen z TVS ($r_s = 0,145$) a sportujících mužů z TVS ($r_s = 0,396$). V této skupině nenacházíme výrazné odlišnosti korelačního koeficientu mezi ženami a muži.

Tabulka č. 25: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,145 - 0,829$	Sportující	$r_s = 0,145 - 0,873$	TVS	$r_s = 0,415 - 0,829$
Muži	$r_s = 0,396 - 0,693$	Nesportující	$r_s = 0,523 - 0,829$	FYZIO	$r_s = 0,441 - 0,873$

Korelace BMI a TBW (kg)

Nejvyšší významnost vztahu mezi BMI a TBW (kg) nacházíme u sportujících probandů studujících obor fyzioterapie ($r_s = 0,909$) a u nesportujících žen studujících TVS ($r_s = 0,827$). Statisticky nevýznamný vztah se nachází pouze u sportujících žen studujících fyzioterapii ($r_s = 0,750$) a u sportujících žen studujících TVS ($r_s = 0,394$).

Tabulka č. 26: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,394 - 0,827$	Sportující	$r_s = 0,394 - 0,909$	TVS	$r_s = 0,394 - 0,827$
Muži	$r_s = 0,499 - 0,705$	Nesportující	$r_s = 0,523 - 0,827$	FYZIO	$r_s = 0,469 - 0,909$

Korelace BMI a TBW (%)

U většiny kategorií se nachází záporné korelační koeficienty. Statisticky nejvýznamnější korelační koeficient byl vypočítán u většiny nesportujících skupin, a to nesportujících žen ($r_s = - 0,628$) a mužů z oboru TVS ($r_s = - 0,670$) nebo nesportujících

žen z oboru fyzioterapie ($r_s = -0,634$). Nízký korelační vztah, nejvíce se blížíci nule, se nachází u mužů z fyzioterapie ($r_s = -0,006$) a u sportujících mužů z TVS ($r_s = -0,092$).

Tabulka č. 27: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = -0,250 - (-0,636)$	Sportující	$r_s = -0,090 - 0,418$	TVS	$r_s = 0,038 - (-0,670)$
Muži	$r_s = -0,006 - (-0,670)$	Nesportující	$r_s = -0,093 - (-0,670)$	FYZIO	$r_s = -0,006 - (-0,634)$

Korelace BMI a ICW (kg)

BMI ve vztahu s intracelulární vodou významně nekoreluje pouze ve dvou případech a to u sportujících žen z oboru fyzioterapie ($r_s = 0,739$) a sportujících žen z oboru TVS ($r_s = 0,378$).

Tabulka č. 28: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,330 - 0,790$	Sportující	$r_s = 0,378 - 0,907$	TVS	$r_s = 0,378 - 0,790$
Muži	$r_s = 0,476 - 0,655$	Nesportující	$r_s = 0,434 - 0,790$	FYZIO	$r_s = 0,330 - 0,907$

Korelace BMI a ECW (kg)

Nejvyšší korelační koeficienty ve vztahu BMI a ECW se nacházejí u kategorií nesportujících žen ($r_s = 0,843$) a mužů ($r_s = 0,731$) z TVS, také sportujících probandů z oboru fyzioterapie ($r_s = 0,893$). Naopak nejnižší míra závislosti je u sportujících žen studujících obor TVS ($r_s = 0,373$).

Tabulka č. 29: Rozmezí korelačního koeficientu u specifických skupin

Ženy	$r_s = 0,373 - 0,843$	Sportující	$r_s = 0,373 - 0,893$	TVS	$r_s = 0,373 - 0,843$
Muži	$r_s = 0,505 - 0,740$	Nesportující	$r_s = 0,628 - 0,843$	FYZIO	$r_s = 0,586 - 0,893$

5 DISKUZE

Cílem této studie bylo zhodnocení vztahu mezi BMI a vybranými parametry tělesného složení u studentů UK FTVS. Hodnoty tělesného složení byly stanovené přístrojem pracujícím na principu bioelektrické impedance (BIA – Tanita MC - 980). Dle dostupných studií můžeme bioelektrickou impedanci považovat za relativně přesnou metodu k hodnocení parametrů tělesného složení (Kitano et al., 2001; Bužga a kol., 2012; Krachler et al., 2013; Kutáč a kol., 2016). Podle Meredith – Jones et al. (2015) je předností BIA jednoduchost měření, technická dostupnost a rychlost provedení.

Dle WHO (2016) je BMI doporučován k detekci obezity. I přesto řada autorů pokládá diagnostiku obezity dle BMI za nedostatečnou (Romero-Corral et al., 2008; Sofkova, 2016). Gába a Přidalová (2014) uvádí, že BMI má vysokou specifitu, ale nižší citlivost pro diagnostiku obezity. V minulosti proběhlo mnoho studií zabývajících se podobným tématem jako naše studie.

Pecoraro et al. (2003) ve své studii porovnával množství tělesného tuku měřené pomocí BMI a kožní řasu na tricepsovém svalu s referenční metodou BIA. Vzorek zkoumání tvořilo 228 dětí italské populace ve věku 6 let. Výsledky ukázaly vysokou korelaci mezi BMI a BIA ($r = 0,92$, $p < 0,001$), klinická významnost se projevila i mezi hodnotami BMI a kožní řasou na tricepsovém svalu ($r = 0,79$, $p < 0,001$).

Zavadilová a kol. (2007) se věnovala studii, jejímž cílem bylo porovnat výsledky měření procenta tělesného tuku antropometrickou metodou - kaliperací (dle Pařízkové a dle Matiegy), metodou BIA (Tanita BC – 418), výškově – hmotnostním indexem (BMI) s referenční metodou DXA. Soubor tvořilo 86 žen ve věku od 21 do 67 let. BMI vysoce korelovalo se stanoveným procentem tuku se všemi uvedenými metodami ($r = 0,858 - 0,949$). Při stanovení celkového tělesného tuku nejvíce korelovala BIA s referenční metodou DXA ($r = 0,929$).

Pro lepší přehlednost je kapitola Výsledky rozdělena do dvou částí stejně jako Diskuze. V první části jsou uvedeny naměřené hodnoty tělesného složení a hodnoty antropometrických parametrů. Druhá část obsahuje hodnocení vzájemného vztahu BMI a parametrů tělesného složení.

5.1 Charakteristika souboru

Naší studie se účastnilo 170 probandů, kteří studují na UK FTVS. Celý soubor byl rozdělen do několika specifických podskupin podle pohlaví, studijního oboru (fyzioterapie, TVS) a podle fyzické aktivity, zda splňují absolvovat více než 10 hodin intenzivní fyzické aktivity týdně.

Ženám byla průměrná hodnota BMI vypočítána na $21,8 \pm 2,0 \text{ kg/m}^2$, mužům $24,0 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$. Zatímco průměrná hodnota tělesného tuku (kg) byla u žen ($13,9 \pm 4,9 \text{ kg}$) mnohem vyšší než u mužů ($10,4 \pm 3,7 \text{ kg}$). Množství viscerálního tuku, který způsobuje značné interní zdravotní komplikace, je menší u žen. Průměrná hodnota u žen je $1,2 \pm 0,6$ a u mužů $2,1 \pm 1,4$ (na hodnotící škále 0 – 5). U žen byla stanovena průměrná hodnota tukuprosté hmoty $47,8 \pm 4,0 \text{ kg}$, u mužů jsou hodnoty vyšší a to $67,7 \pm 7,3 \text{ kg}$. S tímto parametrem úzce souvisí i svalová hmota, jejíž průměrná hodnota je u žen $45,4 \pm 3,8 \text{ kg}$ a u mužů $64,3 \pm 7,0 \text{ kg}$. Těmito fakty se potvrzují slova Hainera (1997) - i přesto že mají muži vypočítané vyšší BMI, mají v porovnání se ženami v průměru méně tělesného tuku a více FFM a svalové hmoty.

Svačina (2013) popisuje androidní a gynoidní typ obezity. Gynoidní typ obezity se vyskytuje především u žen. Tuk se v tomto případě ukládá v největší míře v oblasti stehen a hýždí. Androidní typ obezity, nacházející se především u mužů, se vyznačuje nahromaděním tuku v oblasti břicha, tzv. viscerální typ obezity. Výsledky naší studie ukazují, že muži měli průměrně vyšší hodnoty viscerálního tuku ($2,1 \pm 1,4$), než ženy ($1,2 \pm 0,6$) i přesto, že muži měli průměrně vyšší hodnoty BMI ($24,0 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$) než ženy ($21,8 \pm 2,0 \text{ kg/m}^2$). Téměř u všech kategorií, kde vystupují nesportující probandí, vychází významný vztah mezi BMI a viscerálním tukem ($r_s = 0,528 - 0,721$). Sofková (2016) ve své studii také nedoporučuje používat BMI k posouzení optimální tělesné hmotnosti ve vztahu ke zdravotním rizikům jedince.

Studie potvrzují, že zejména viscerální typ obezity souvisí se výskytem interních onemocnění jako např. dyslipidemií, glukózovou intolerancí, hyperinzulinemií, zvýšenou hladinou triglyceridů a další (Horáková a kol., 2011; Krachler et al., 2013). Christian et al. (2009) ve své studii prezentuje, že viscerální tuk je závažnějším faktorem při vzniku metabolického syndromu a kardiovaskulárních onemocnění než tělesný tuk. Avšak v našem vzorku probandů se v hodnotách BMI nedokázalo promítnout zvýšené množství viscerálního tuku.

Řada autorů považuje největší nedostatky BMI zejména u sportujících osob (Hainer a Kunešová, 1997; Morinaka et al., 2012; Pařízková, 2007). Hainer a Kunešová (1997) uvádí, že sportovec může mít stejné BMI jako obézní člověk. V naší studii bylo probandům, kteří mají více než 10 hodin intenzivní fyzické aktivity týdně, vypočítáno průměrné BMI 22,7 kg/m², kdežto nesportujícím probandům 22,4 kg/m², tj. rozdíl pouze 0,3 kg/m². Zatímco v průměrných hodnotách tělesného tuku se liší více. Průměrná hodnota tělesného tuku (v kg) u sportujících probandů byla 14,4 ± 4,8 kg, u nesportujících probandů byla průměrná hodnota stanovena na 21,0 ± 5,9 kg. Také hodnoty tukuprosté hmoty nejsou shodné v obou skupinách. U sportující skupiny je průměrná hodnota FFM (v kg) 59,7 ± 12,1 kg, u nesportujících probandů 52,3 ± 9,5. Zde se ověřila skutečnost, že nesportující člověk může mít se sportujícím člověkem stejné BMI, ale výrazně jiný podíl tukové a tukuprosté složky (v průměrných hodnotách o 6 kg).

V porovnávání probandů dle studijních oborů byla hodnota průměrného BMI velmi podobná u studentů z TVS (22,8 ± 2,2 kg/m²) a u studentů z oboru fyzioterapie (22,2 ± 2,2 kg/m²). Tělesný tuk byl v průměru vyšší u probandů z fyzioterapie (14,0 ± 4,3 kg) než u probandů z TVS (11,6 ± 4,4 kg). Stejně tak velké rozdíly se v průměrných hodnotách nachází u tukuprosté hmoty, které u probandů z oboru fyzioterapie činí 50,6 ± 8,8 kg a u probandů z TVS 58,0 ± 11,3 kg. Ve srovnání tělesného složení studentů dle studijních oborů jsou nalezeny značné rozdíly. Tyto rozdíly jsou zřejmě dané mírou fyzické aktivity, studenti z TVS mají v rámci studijních plánů více fyzické aktivity a také o 28 % víc studentů z TVS uvádí, že absolvuje více než 10 hodin intenzivní fyzické činnosti týdně. Určitá míra tělesné aktivity ovlivní parametry tělesného složení. Míra změn parametrů tělesného složení závisí na druhu fyzické aktivity, stejně tak jako na frekvenci, intenzitě a trvání tréninku.

5.2 Korelace BMI a parametrů tělesného složení

V tabulce č. 19 – č. 21 jsou uvedeny korelační koeficienty u všech naměřených parametrů tělesného složení. Pro přehlednost budeme uvádět pouze nejvýznamnější zjištěné vzájemné vztahy.

V měřítku celkového souboru, kde převládá ženské pohlaví (67 %) a nesportující probandi (73 %), vyšly významné vzájemné vztahy BMI a extracelulární tekutiny ($r_s = 0,708$), FFM ($r_s = 0,624$), svalové hmoty ($r_s = 0,624$) a celkového množství tělesné vody ($r_s = 0,643$), zatímco nevýznamný korelační vztah byl nalezen mezi BMI a tělesným tukem (%)

($r_s = 0,062$). Z tohoto vztahu vyplývá, že u našeho souboru nepodmiňuje hodnota BMI množství tělesného tuku.

Tělesný tuk (%) nejvýznamněji koreloval s BMI v kategoriích, kde figurují ženy ($r_s = 0,685 - 0,857$). Roche (1988); Heyward a Stolarczyk (1996) zmiňují intersexuální rozdíly v parametrech tělesného složení již před nástupem do puberty. Hainer (1997); Rokyta a kol. (2015) uvádí přirozeně menší množství tukové tkáně u mužů.

Pařízková (1977) zmiňuje, že BMI jako diagnostické kritérium obezity není vhodný např. u sportujících osob s vysoce vyvinutou svalovou hmotou, u nichž by mohlo dojít k falešné diagnostice. V naší studii se korelační koeficient vyskytuje ve velkém rozpětí u sportujících ($r_s = 0,140 - 0,748$) i nespportujících ($r_s = 0,091 - 0,695$) skupin. Nenašli jsme žádné pravidlo, ukazující na vhodnější použití BMI např. u nespportujících probandů.

I přestože náš sledovaný soubor tvořil relativně velký počet probandů, výsledky jsou omezeny pouze na měřený celek. Dle výsledků, které vyplynuly z nasbíraných dat, se potvrdila slova mnohých autorů, kteří pro stanovení obezity doporučují stanovení tělesného složení a nikoli BMI (Pařízková, 1977; Hlúbik et al., 2012; Gába a Přidalová, 2014; Sofková 2016). Výsledky naší studie se shodují s výsledky studie Morinaka et al. (2012) ve skutečnosti, že BMI vysoce koreluje s tělesnou hmotností, ale ve výsledku není promítnut rozdíl tělesného tuku a tukuprosté hmoty. BMI je tudíž nástroj platný pouze pro kategorizaci tělesné hmotnosti a při léčbě obezity bychom si s pacienty neměli určit cíl snižování hmotnosti, ale změnu hodnot v tělesném složení.

6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnocení vztahu mezi BMI a vybranými parametry tělesného složení u probandů studující UK FTVS ($n = 170$).

BMI je výškově – hmotnostní index běžně používaný k hodnocení obezity. V naší studii, které se zúčastnilo 170 probandů, byl však vypočítán statisticky nevýznamný vztah mezi BMI a tělesným tukem (%) ($r_s = 0,062$).

V stanovené hypotéze č. 1 jsme předpokládali odlišný vztah BMI a parametrů tělesného složení u mužů a u žen. U mužů byla průměrná hodnota BMI vypočítána na $24,0 \pm 1,9 \text{ kg/m}^2$, u žen na $21,8 \pm 2,0 \text{ kg/m}^2$. Zatímco průměrná hodnota tělesného tuku (kg) byla u mužů ($10,4 \pm 3,7 \text{ kg}$) nižší než u žen ($13,9 \pm 4,9 \text{ kg}$). Byly nalezeny významnější korelační vztahy mezi BMI a tělesným tukem (%) u žen ($r_s = 0,613 - 0,847$) než u mužů ($r_s = 0,099 - 0,695$). Z našich výsledků vyplývá, že první stanovená hypotéza byla potvrzena.

V hypotéze č. 2 jsme předpokládali odlišnou míru vztahu BMI a parametrů tělesného složení u studentů fyzioterapie a TVS z důvodu odlišné úrovně fyzické aktivity. Studenti TVS mají v rámci studijních plánů více fyzické aktivity a o 28 % více probandů z TVS uvedlo, že má více než 10 hodin intenzivní fyzické aktivity týdně. U probandů studujících TVS ($22,8 \pm 2,2 \text{ kg/m}^2$) bylo vyšší průměrné BMI než u probandů z oboru fyzioterapie ($22,2 \pm 2,2 \text{ kg/m}^2$). Avšak tělesný tuk byl v průměru vyšší u probandů z fyzioterapie ($14,0 \pm 4,3 \text{ kg}$) než u probandů z oboru TVS ($11,6 \pm 4,4 \text{ kg}$). Korelační koeficienty vykazují velké rozpětí u obou zmíněných skupin, u oboru fyzioterapie ($r_s = 0,436 - 0,857$) byly nalezeny statisticky významnější vztahy než u probandů z TVS ($r_s = 0,227 - 0,788$). Uvedené výsledky potvrzují platnost i druhé hypotézy.

Výsledné hodnoty znázorňují nízkou specifičnost BMI, který neodráží podíl tělesného tuku a tukuprosté hmoty. Z tohoto důvodu doporučujeme k hodnocení výskytu obezity využívat především podrobnou analýzu jednotlivých parametrů tělesného složení.

SEZNAM LITERATURY

BLÁHA, P. *Antropometrie československé populace od 6 do 55 let: Československá spartakiáda 1985*. Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, 1986.

BUNC, V., R. DLOUHÁ. *Možnosti stanovení tělesného složení bioimpedanční metodou u netrénovaných a trénovaných jedinců*. *Medicina sportiva bohemica slovaca*. 1998, 7(3). ISSN 12105481.

BUNC, V. *Možnosti stanovení tělesného složení u dětí bioimpedanční metodou*. *Časopis lékařů českých*, 2007, 146 (5), s. 492-496. ISSN 00087335.

BUŽGA, M., V. ZAVADILOVÁ, J. VLČKOVÁ, Z. OLEKSIÁKOVÁ, V. ŠMARJSTRLA, H. TOMÁŠKOVÁ, Z. JIRÁK a J. KAVKOVÁ. *Porovnání výsledků různých metod stanovení tělesného tuku*. *Hygiena*. Ostrava, 2012, 57(3), 105 - 109. ISSN 1802-6281.

CINAŘOVÁ, M. a M. PŘIDALOVÁ. *Somatický profil probandů baletního souboru Brna a Olomouce*. *Ceska Antropologie* [online]. 2014, 64(2), 4-9 [cit. 2018-06-10]. ISSN 18041876. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=5f99f113-57b1-4b2e-bc7c-b33e290b6dd0%40sessionmgr104>

FORBES, G. B. *Human body composition*. Springer Verlag. New York, 1987, s. 350. ISBN 0387963944.

GÁBA, A., I. ZAJĄC-GAWLAK, M. PŘIDALOVÁ a D. POŚPIECH. *Analýza rozdílů vybraných parametrů tělesného složení stanovených přístrojem InBody 720 a Tanita BC-418*. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca* [online]. 2011, 20(2), 88-96 [cit. 2018-06-21]. ISSN 12105481. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

GÁBA, A. a M. PŘIDALOVÁ. *Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18-89 years: a cross-sectional study*. European Journal of Nutrition [online]. 2014, 53(1), 167-176 [cit. 2018-11-05]. ISSN 14366207. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

GÁBA, A., M. PŘIDALOVÁ a I. ZAJĄC-GAWLAK. *Evaluation of accuracy of body mass index in diagnosing of obesity in relation to body fat percentage in female aged 55-84 years*. Casopis Lekarů Ceskych [online]. 2014, 153(1), 22 - 27 [cit. 2018-06-21]. ISSN 00087335. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

GALAJDA P, M. MOKÁŇ a M. MOKÁŇ. *Metabolic syndrome and prediabetic states*. Vnitřní Lekarství [online]. 2013, 59(6), 453-8 [cit. 2018-06-10]. ISSN 0042773X. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

ROMERO-CORRAL, A., V. K. SOMERS, J. SIERRA-JOHNSON, et al. *Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population*. International Journal of Obesity [online]. 2008, 32(6), 959-966 [cit. 2018-11-05]. ISSN 03070565. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

HAINER, V. *Obezita: etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. 1997. ISBN 8085824671.

HAINER, V. a kol. *Základy klinické obezitologie*, 2011. ISBN 9788024732527.

HAINER, V. a M. Kunešová. *Obezita: etiopatogeneze, diagnostika a terapie*. Obezita: etiopatogeneze, diagnostika a terapie, 1997. ISBN 8085824671.

HEYWARD, V. H. a L. M. STOLARCZYK. *Applied body composition assessment*. Human Kinetics. Champaign, 1996. ISBN 0873226534

HLÚBIK J., P. HLÚBIK a L. LHOTSKA. *Changes of body composition measured with BIA in dependence on condition: 763 accepted poster*. Obesity facts [online]. 2012, 5 Suppl 1, 204-205 [cit. 2018-06-21]. ISSN 16624025. Dostupné z: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=fulltext&D=ovft&CSC=Y&NEWS=N&SEARCH=01429678-201205001-00715.an>

HORÁKOVÁ D., E. SOVOVÁ, D. PASTUCHA, R. BENEŠOVÁ a H. KOLLÁROVÁ. *Rizikové faktory rozvoje inzulínové rezistence*. General Practitioner / Praktický Lekar [online]. 2011, 91(10), 599-602 [cit. 2018-11-15]. ISSN 00326739. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=37ede05d-f1bd-4ffd-aa34-7e8535262668%40sessionmgr104>

CHRISTIAN A. H., H. MOCHARI a L. J. MOSCA. *Waist circumference, body mass index, and their association with cardiometabolic and global risk*. Journal Of The Cardiometabolic Syndrome [online]. 2009, 4(1), 12-9 [cit. 2018-06-21]. ISSN 15594572. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2747723/>

KITANO, T., N. KITANO, T. INOMOTO a M. FUTATSUKA. *Evaluation of body composition using dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis in Japanese female college students*. Journal of Nutritional Science and Vitaminology [online]. 2001, 47(2), 122 - 125 [cit. 2018-06-24]. ISSN 18817742. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jnsv1973/47/2/47_2_122/_pdf/_char/en

KELLER, U., R. MEIER, S. BERTOLI a Z. SLABOCHOVÁ. *Klinická výživa*. Praha: Scienta Medica, 1993, 236 s. ISBN 8085526085.

KOLT, G. S., G. M. SCHOFIELD, E. C. RUSH, M. OLIVER a N, K. CHADHA. *Body fatness, physical activity, and nutritional behaviours in Asian Indian immigrants to New Zealand*. Asia Pacific Journal Of Clinical Nutrition [online]. 2007, 16(4), 663-70 [cit. 2018-06-21]. ISSN 09647058. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=18&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

KOMÁREK, L. a L. SKÁLOVÁ. 2008 [cit. 2018-11-16]. *Behaviorální determinanty zdraví a onemocnění*. In: szu.cz [online]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/chronicke_nemoci/behavioralni_determinanty.pdf

KRACHLER B., E. VÖLGYI, K. SAVONEN, F. TYLAVSKY, M. ALÉN a S. CHENG. *BMI and an Anthropometry-Based Estimate of Fat Mass Percentage Are Both Valid Discriminators of Cardiometabolic Risk: A Comparison with DXA and Bioimpedance*. Journal of Obesity, Vol 2013 (2013) [online]. 2013, 2013 [cit. 2018-06-21]. ISSN 20900708. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=20&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

KUNEŠOVÁ, M. *Základy obezitologie*. 2016. ISBN 9788074922176.

KUTÁČ, P. *Comparison of the values of measured hydratation of sporting youths with normative values*. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica [online]. 2013, 43(2), 7-13 [cit. 2018-06-22]. ISSN 12121185. Dostupné z: <https://gymnica.upol.cz/pdfs/gym/2013/02/01.pdf>

KUTÁČ, P. a M. SIGMUND. *Validita měření segmentální analýzy rozložení tělesného tuku bioimpedančním analyzátozem*. Czecho-Slovak Pediatrics / Cesko-Slovenska Pediatrie [online]. 2016, 71(4), 202-207 [cit. 2018-06-24]. ISSN 00692328. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=23&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

LUQUE, V., R. CLOSA-MONASTEROLO, C. RUBIO-TORRENTS, M. ZARAGOZA-JORDANA, N. FERRÉ, M. GISPERT-LLAURADÓ a J. ESCRIBANO. *Bioimpedance in 7-year-old children: Validation by dual X-Ray absorptiometry - Part 1. Annals of Nutrition and Metabolism* [online]. 2014, 64(2), 113 - 121 [cit. 2018-06-21]. ISSN 02506807. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=25&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

MALÁ, L., T. MALÝ, F. ZAHÁLKA a V. BUNC. *Fitness Assessment: Body composition*. Praha, 2014. ISBN 9788024625607.

MEREDITH-JONES, K. A., S. M. WILLIAMS a R. W. TAYLOR. *Bioelectrical impedance as a measure of change in body composition in young children*. *Pediatric Obesity* [online]. 2015, 10(4), 252-260 [cit. 2018-06-21]. ISSN 20476302. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=27&sid=338ef7f0-605a-4510-be6a-7c27b10f3d0c%40pdc-v-sessmgr02>

MIALICH M. S, E. Z. MARTINEZ a A. A. JORDÃO JUNIOR. *Application of body mass index adjusted for fat mass (BMI_{fat}) obtained by bioelectrical impedance in adults*. *Nutricion Hospitalaria* [online]. 2014, 30(2), 417-24 [cit. 2018-06-21]. ISSN 16995198. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=c989f0cd-dacd-4b5c-96ef-5dd1fefed397%40sdc-v-sessmgr03>

MORINAKA, T., Y. SONE, P. N. LIMTRAKUL a L. MAKONKAWKEYOON. *Comparison of variations between percentage of body fat, body mass index and daily physical activity among young Japanese and Thai female students*. *Journal of physiological anthropology* [online]. 2012, 31 [cit. 2018-06-21]. ISSN 18806791. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1186/1880-6805-31-21>

MÜLEROVÁ, D. *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí ve schématech*. Praha: Triton, 2003, 100 s. ISBN 8072544217.

PAŘÍZKOVÁ, J. *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962, 134 s. ISBN 0803262.

PAŘÍZKOVÁ, J. *Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu*. Praha: Avicenum, 1973, 240 s. ISBN 0800874.

PAŘÍZKOVÁ, J. *Body fat and physical fitness*. Nijhoff, Hague, 1977, 279 s. ISBN 9024719259.

PAŘÍZKOVÁ, J. *Obezita v dětství a dospívání: terapie a prevence*, 2007, 239 s. ISBN 9788024614274

PECORARO P., B.GUIDA, M.CAROLI, R. TRIO, C. FALCONI, S. PRINCIPATO a A. PIETROBELI. *Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: fat mass prediction in children*. Acta Diabetologica [online]. 2003, 40 Sup 1, s278 [cit. 2018-06-21]. ISSN 09405429. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=c989f0cd-dacd-4b5c-96ef-5dd1fefed397%40sdc-v-sessmgr03>

PHAN T. L., M. M. MARESCA, J. J. HOSSAIN a G. A DATTO. *Does body mass index accurately reflect body fat? A comparison of anthropometric measures in the longitudinal assessment of fat mass*. Clinical Pediatrics [online]. 2012, 51(7), 671-7 [cit. 2018-06-21]. ISSN 00099228. Dostupné z: <https://journals-sagepub-com.ezproxy.is.cuni.cz/doi/pdf/10.1177/0009922812440838>

RAMÍREZ-VÉLEZ R, CORREA-BAUTISTA J. E., GONZÁLEZ-RUIZ K. et al. *Body Adiposity Index Performance in Estimating Body Fat Percentage in Colombian College Students: Findings from the FUPRECOL-Adults Study*. Nutrients [online]. 2017, 9(1) [cit. 2018-06-21]. ISSN 20726643. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2072-6643/9/1/40/htm>

HUNG, S.-P., Ch.-Y. CHEN, F.-R. GUO, Ch.-I. CHANG a Ch.-F. JAN. *Combine body mass index and body fat percentage measures to improve the accuracy of obesity screening in young adults*. Obesity Research [online]. 2017, 11(1), 11-18 [cit. 2018-10-28]. ISSN 1871403X. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S1871403X16000119>

RIEGEROVÁ, J., M. PŘIDALOVÁ a M. ULBRICHOVÁ, *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: příručka funkční antropologie*. Olomouc: HANEX, 2006, 262 s. ISBN 8085783525.

ROKYTA, R. a kol. *Fyziologie a patologická fyziologie pro klinickou praxi*. Grada, 2015, 712 s. ISBN 9788024748672.

ROKYTA, R. a kol. *Fyziologie*. 3. Galén, 2016, 434 s. ISBN 9788074922381.

ROCHE, A. F., HEYMSFIELD S. B. a LOCHMAN T. G. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics, 1996

SCHREIBER, M. a kol. *Funkční somatologie*. Praha: H&H, 1998, 467 s. ISBN 8086022285.

SIGMUND, M., T. BRYCHTA a I. DOSTÁLOVÁ. *Změny morfoložických parametrů v průběhu osmítýdenního tréninku profesionálního hráče ledního hokeje: kazuistická studie*. Physical Culture / Telesna Kultura [online]. 2013, 36(1), 45-63 [cit. 2018-06-21]. ISSN 12116521. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=17&sid=c989f0cd-dacd-4b5c-96ef-5dd1fefed397%40sdc-v-sessmgr03>

SIGMUND, M., R. PSOTTA a A. AGRICOLA. *Hodnocení zastoupení tělesného tuku metodou bioelektrické impedance u sportujících chlapců ve věku 7-18 let s ohledem na typ použitého analyzátoru*. Physical Culture / Telesna Kultura [online]. 2015, 38(2), 49-62 [cit. 2018-06-21]. ISSN 12116521. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=fbb04b5-8656-46ab-a254-bb7f9f9499e0%40sdc-v-sessmgr05>

SMALLEY K. J., KNERR A. N., KENDRICK Z. V., COLLIVER J. A. a OWEN O. E. *Reassessment of body mass indices*. The American Journal Of Clinical Nutrition [online]. 1990, 52(3), 405-8 [cit. 2018-06-21]. ISSN 00029165. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=fbb04b5-8656-46ab-a254-bb7f9f9499e0%40sdc-v-sessmgr05>

SPIRDUSO, W. W. *Physical dimensions of aging*. Champaign: Human Kinetics, 1995. ISBN 0736033157.

SOFKOVÁ, T. *Posouzení tělesného složení v rámci kategorizace body mass indexu u žen ve věku 18 – 30 let*. Ceska Antropologie [online]. 2016, 66(2), 30-33 [cit. 2018-11-05]. ISSN 18041876. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=313c16eb-e4de-4b06-9003-ad610de958e8%40sessionmgr101>

SVAČINA, Š. *Obezitologie a teorie metabolického syndromu*. Praha: TRITON, 2013, 285 s. ISBN 9788073876784.

SVAČINA, Š., A. ŠMAHELOVÁ, M. SOUČEK a R. ČEŠKA. *Metabolický syndrom: nové postupy*. Praha: Grada Publishing, 2011, 72 s. ISBN 9788024740928.

VERNEY J., CH. SCHWARTZ, A. SALIHA, B. PEREIRA a D. THIVEL. *Comparisons of a Multi-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis to the Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan in Healthy Young Adults Depending on their Physical Activity Level*. Journal of Human Kinetics, Vol 47, Iss 1, Pp 73-80 (2015) [online]. 2015, 47(1), 73-80 [cit. 2018-06-21]. ISSN 18997562. Dostupné z: <https://content.sciendo.com/view/journals/hukin/47/1/article-p73.xml>

VĚTROVSKÁ, R., Z. LAČŇÁK, D. HALUZÍKOVÁ, L. HORÁK, M. HALUZÍK a Š. SVAČINA. *Srovnání různých metod pro stanovení množství tuku v těle u žen s nadváhou a obezitou*. Vnitřní Lékařství [online]. 2009, 55(5), 455 – 461 [cit. 2018-06-21]. Dostupné z: http://www.vnitrnilekarstvi.eu/vnitri-lekarstvi-clanek/srovnani-ruznych-metod-pro-stanoveni-mnozstvi-tuku-v-tele-u-zen-s-nadvahou-a-obezitou-34398?confirm_rules=1

WAKI, M. a J. KAHAYAS et al. *Chemical and elementar analysis of humans in vivo using improved body composition models*. Am. J. Physiol. 1991, (261), 190 - 198. ISBN 9780736046558

ZAMRAZILOVÁ, H., P. HLAVATÝ, L. DUŠÁTKOVÁ, B. SEDLÁČKOVÁ, I. A. HAINEROVÁ, A. ŠKOCH, M. HÁJEK a V. HAINER. *Nová jednoduchá metoda stanovení viscerálního a trunkálního tuku pomocí bioelektrické impedance: srovnání s magnetickou rezonancí a duální rentgenovou absorpciometrií u českých adolescentů*. Časopis lékařů českých [online]. Praha, 2010, 149(9), 417 – 422 [cit. 2018-06-21]. ISSN 0008-7335. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21117324>.

ZAVADILOVÁ, V., J. VLČKOVÁ, H. TOMÁŠKOVÁ, M. BUŽGA, Z. JIRÁK, D. HORÁKOVÁ a V. JANOUT. *Comparison of variol methods for assessment of body fat*. Central European Journal of Public Health [online]. 2007, S19 [cit. 2018-06-21]. ISSN 12107778. Dostupné z: <https://cejph.szu.cz/pdfs/cjp/2007/88/29.pdf>

ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: nakladatelství Karolinum, 2011. ISBN 9788024619316.

ODKAZY NA WEBOVÉ STRÁNKY:

WHO [online]. *World Health Organization: Body mass index - BMI*, 2016 [cit. 2018-06-16]. Dostupné z: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>

Tanita [online]. Liberec: *Tanita MC – 980 MA*, 2018 [cit. 2018-06-26]. Dostupné z: https://www.fitham.cz/User_Files/Prospekt%20MC-980.pdf

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – formulář Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 – informovaný souhlas

Příloha č. 3 – zdravotní komplikace obezity

Příloha č. 4 – percentilový graf BMI pro chlapce ve věku 0 – 18 let

Příloha č. 5 – percentilový graf BMI pro dívky ve věku 0 – 18 let

Příloha č. 6 – technická specifikace BIA - Tanita MC - 980