

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Specifický pohybový program (HIIT) a jeho vliv na tělesné
složení u mužů a žen**

**Specific exercise program (HIIT) and its effect on body
composition in men and women**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Mgr. Ivana Kinkorová, Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Antonín Mocik

Praha, prosinec 2019

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl 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 studenta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Děkuji především Mgr. Ivaně Kinkorové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, za všechny rady a připomínky při konzultacích, a za její volný čas, který konzultacím obětovala. Děkuji za vstřícnost, ochotu a profesionální přístup. Dále bych moc rád poděkoval všem probandům, kteří se zúčastnili pohybového programu a vytrvali až do konce.

Abstrakt

Název:

Specifický pohybový program (HIIT) a jeho vliv na tělesné složení u mužů a žen

Cíle:

Cílem práce bylo zhodnocení změn tělesného složení u mužů a žen, kteří absolvovali tříměsíční pohybový program.

Metody:

Práce je založena na empirickém výzkumu, jehož hlavní metodou je pozorování. Na začátku výzkumu tvořil soubor 15 mužů a 15 žen. Výzkum dokončilo 11 mužů a 11 žen. Probandi navštěvovali skupinové lekce vedené metodou HIIT ve fitness centru Balance Club Brumlovka. Vstupní a výstupní data (tělesnou výšku, tělesnou hmotnost a parametry tělesného složení) byly měřeny pomocí digitálního výškoměru a InBody 770. Výsledné hodnoty byly zhodnoceny pomocí párového t-testu (statistická významnost) a Cohenovo – d (věcná významnost).

Výsledky:

Výsledkem diplomové práce je, že během specifického tříměsíčního cvičebního programu došlo ke změnám antropometrických parametrů (tělesná hmotnost) i parametrů tělesného složení. Největší změny jak u mužů, tak i u žen byly v průměrném snížení celkové tělesné hmotnosti (kg), snížení % tělesného tuku a nárůstu % celkové tělesné vody a tukuprosté hmoty (kg).

Klíčová slova:

Antropometrie, tělesné složení, bioelektrická impedance, zdravý životní styl, pohybový program.

Abstract

Title:

Specific exercise program (HIIT) and its influence on body composition in men and women.

Objective:

The main objective of the study was to analyze changes of body composition in men and women, who completed a three-month exercise program.

Methods:

The work has the character of an empirical research, where the main method is observation. At the beginning of the research, the group consisted of 15 men and 15 women. The research was completed by 11 men and 11 women. The observed group were attending lessons based on HIIT method in fitness center Balance Club Brumlovka. For the input and output data (body height, body weight and parameters of body composition) were used a digital altimeter and bioelectrical impedance InBody 770. The resulting values were assessed using a paired t-test (statistical significance) and Cohen-d (substantive significance).

Results:

The result of the study is that during the specific three-month exercise program occurred differences in anthropometric parameters (body weight) and parameters of body composition. The most significant differences in both men and women were the decrease of average weight (kg), the decrease of total body fat (%) and the increase of total body water (%) and fat free mass (kg).

Key words:

Anthropometry, body composition, bioelectric impedance, healthy lifestyle, exercise program

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 TEORETICKÁ ČÁST	11
2.1 TĚLESNÉ SLOŽENÍ.....	11
2.1.1 <i>Parametry tělesného složení</i>	12
2.1.1.1 Tělesný tuk (FM).....	12
2.1.1.2 Tukuprostá hmota (FFM).....	14
2.1.2 <i>Metody analýzy tělesného složení</i>	16
2.1.2.1 Metody měření v laboratorních podmínkách.....	16
2.1.2.2 Metody měření v terénních podmínkách.....	17
2.1.2.1 Antropometrie.....	17
2.1.2.2 Kaliperace (měření tloušťky kožních řas).....	18
2.1.2.3 Metoda podle Durnina a Womersley.....	21
2.1.2.4 BIA (bioelektrická impedanční analýza).....	22
2.3 MORFOLOGICKÉ, FUNKČNÍ A PSYCHOSOCIALNÍ ASPEKTY MUŽŮ A ŽEN.....	23
2.3.1 <i>Morfologické a funkční rozdíly</i>	23
2.3.1.1 Morfologické rozdíly.....	23
2.3.1.2 Funkční rozdíly.....	24
2.3.2 <i>Tréninkové a výkonnostní aspekty</i>	25
2.4 CHARAKTERISTIKA TRÉNINKOVÉHO ZATÍŽENÍ.....	26
2.4.1 <i>Metoda HIIT</i>	26
2.4.2 <i>Varianty metody HIIT</i>	27
2.5 SHRNUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ.....	28
3 CÍL PRÁCE	29
3.1 Cíl.....	29
3.2 ÚKOLY PRÁCE.....	29
3.3 VĚDECKÁ OTÁZKA.....	29
3.3.1 <i>Hypotézy</i>	30
3.3.2 <i>Zdůvodnění hypotéz</i>	30
4 PRAKTICKÁ ČÁST	31
4.1. METODIKA PRÁCE.....	31
4.2. SLEDOVANÝ SOUBOR A JEHO CHARAKTERISTIKA.....	31
4.3. POUŽITÉ METODY.....	31
4.3.1 MĚŘENÍ ANTROPOMETRICKÝCH PARAMETRŮ.....	31
4.3.2 ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	33
4.3.3 ROZSAH PLATNOSTI.....	34
4.3.3.1 Vymezení.....	34
4.3.3.2 Omezení.....	35
4.3.4 ORGANIZACE SBĚRU DAT.....	35
4.3.5 PODMÍNKY MĚŘENÍ.....	35
4.3.6 ANALÝZA DAT.....	36
5 VÝSLEDKY	37
5.2 <i>Změny antropometrických parametrů a jednotlivých parametrů tělesného složení u mužů a žen</i>	41

6 DISKUZE	56
6.1. ANTROPOMETRICKÉ PARAMETRY	56
6.2 PARAMETRY TĚLESNÉHO SLOŽENÍ.....	57
7 ZÁVĚRY.....	61
8 POUŽITÁ LITERATURA.....	62
9 PŘÍLOHY	67

Seznam použitých symbolů a zkratek

ATP-CP	anaerobní alaktátový systém
BIA	bioelektrická impedance
BMI	body mass index
BMR	bazální metabolismus
cm	centimetr
CTV	celková tělesná voda
d	věcná významnost
ECT	extracelulární tekutina
FFM	tukuprostá hmota
FM	tělesný tuk
g	gram
HIIT	high intensity interval training
ICT	intracelulární tekutina
kcal	kilokalorie
kg	kilogram
kHz	jednotka frekvence
kJ	kilojoul
l	litr
m	metr
p	párový t-test
%	procento
SD	směrodatná odchylna
°C	stupeň Celsia
VO _{2 max}	vitální kapacita plic
WHR	waist to hip ratio
WHO	World Health Organization

1 ÚVOD

Pokud se zamyslíme nad největšími problémy civilizace, tak určitě narazíme i na problematiku životního stylu. Hektická doba a nedostatek času je hlavním viníkem, proč si lidé nedokáží najít čas na aktivní pohyb. Pro velkou část populace se sedavým zaměstnáním a dlouhou pracovní dobou už nezbyvá čas, a tak jakákoliv další aktivita ve volném čase je jen starostí.

Hlavním rizikem je vznik nadváhy a obezita. Člověk s nadváhou nebo obezní jedinec nese vzhledem ke svému stavu rizika. Podíl tukové hmoty je u těchto jedinců hraniční, a proto se nedá spojovat se zdravím životním stylem. Je tomu bohužel naopak. Lidé s nadváhou neumí regulovat svůj vysoký příjem kalorií, z důvodu jejich stravovacích návyků ve smyslu přejídání se nebo konzumací nekvalitních potravin, které jsou nevhodně tepelně zpracované. Tuk je ve velké míře rizikový a způsobuje závažná onemocnění jako je cukrovka, cévní nemoci, negativní psychické stavy, větší riziko nádoru apod. Dalším faktorem nadváhy a obezity je pohyb. Pohybová aktivita je v dnešní době spojována hlavně s redukcí hmotnosti a životní energií. Pohyb je nedílnou součástí našeho života. Při nedostatku pohybu se hůře kontroluje výdej a příjem kalorií za den, což může vést k závažným změnám organismu. Při nedostatku pohybu velká část svalových skupin ochabuje což vede k odchylkám v držení těla. Nejčastějšími odchylkami v držení těla hlavně v oblasti páteře jsou zvětšená kyfóza, lordóza nebo skolióza. Dalšími odchylkami jsou horní zkřížený syndrom nebo dolní zkřížený syndrom. Veškeré výše zmíněné odchylky jsou v dnešní době nedílnou součástí většiny populace. Sportující člověk je odolnější vůči vlivům každodenního života. Sebedůvěra, zdraví, vzhled, pozitivní myšlení jsou věci, které se dají ovlivnit právě pravidelnou pohybovou aktivitou. Sport nebo pravidelná pohybová aktivita s kombinací s adekvátní a pestrou stravou odpovídající energetickému výdaji, mají pozitivní vliv na organismus, a tím pádem i na výkonnost, rychlost metabolismu a regeneraci. Dostatek pohybu ale prospívá organismu a má pozitivní vliv jako prevence.

Moje práce lektora skupinových lekcí a osobního trenéra je založena právě na zdravém životním stylu. Sám se snažím udržovat v kondici, a to jak po fyzické, tak i psychické. Práce se mi stala koníčkem, a proto svoje tréninky podstupuji i sám jako aktivní sportovec. Tréninkem se udržuji v kondici, ať už jde o udržení si štíhlé postavy, nebo regulaci energetického příjmu a výdeje. Výsledky jsou vidět. Výzkum jsem zvolil

právě z důvodu, abych zjistil, jestli je efekt pravidelných tréninků prospěšný i pro mé klienty. Ze zajímavosti jsem zvolil možnost rozdělit ženy a muže a porovnat rozdíly, které vyvolalo pravidelné cvičení.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Tělesné složení

Jedná se o jeden z nejzákladnějších a důležitých ukazatelů vývoje člověka, jeho průběhu, úrovně zdraví, výkonnosti, Současná doba se zabývá nejvíce změnami tělesného složení v průběhu růstu jedince, jeho vývoje a stárnutí, ale i při vlivu tělesného zatížení, sportovního tréninku a nemoci jako je obezita, cukrovka apod. (Pařízková, 1998).

Dle Pařízkové (1977, 1998), Bunce (2001) jsou nejvýznamnějšími komponentami tělesného složení tělesný tuk (FM) a tukuprostá hmota (FFM), která je rozdělena především na svalovou hmotu a celkovou tělesnou vodu (TBW). Tělesnou vodu je pak nutno rozlišovat na nitrobuněčnou (ICW) a mimobuněčnou (ECW). Poměr komponent tělesného složení ovlivňujeme svým celkovým životním stylem, fyzickou aktivitou, výživou, zdravotním stavem, ale také faktory, které nemůžeme zásadně ovlivnit jako jsou věk, pohlaví, genetika. Nutný je i příjem kvalitních hodnotných bílkovin pro rozvoj svalové hmoty (Pařízková 1977,1998).

Tabulka č.1: Optimální složení těla u zdravých dospělých jedinců
(Upraveno podle: Riegerová et al., 2006)

Optimální složení těla u zdravých jedinců (v %)		
Základní složky	Muži	Ženy
Voda	62,40 %	56,50 %
Minerální látky	5,80 %	5,30 %
Proteiny	16,50 %	15,20 %
Tělesný tuk	15,30 %	23,00 %
Celkem	100 %	100 %

2.1.1 Parametry tělesného složení

Mezi parametry tělesného složení, které jsou nejvíce sledované patří tělesný tuk a tukuprostá hmota. Tukuprostou hmotu rozdělujeme na svalstvo, tj. aktivní hmotu a celkovou tělesnou vodu (v buňkách a mimobuněčném prostoru). Parametry jsou silně ovlivněny vnějšími faktory jako je životní styl celkově včetně věku, genetiky, pohlaví, životosprávy a aktivitám.

2.1.1.1 Tělesný tuk (FM)

Tělesný tuk je nejsledovanější komponentou tělesného složení. Dle Kutáče (2009) je množství tělesného tuku často sledovanou komponentou, protože nám naznačuje tělesnou zdatnost jedince, a hlavně je ukazatelem zdravotního stavu. Riegerová et al. (2006) říká, že tělesný tuk je komponentou, kterou můžeme nejvíce ovlivňovat v celkovém vývoji člověka.

Tuk v těle plní několik důležitých funkcí. Mezi hlavní funkce patří regulace tělesné teploty, chrání klouby a transportuje důležité vitamíny (A, D, E, K). Mezi zásadní funkce patří i energetická funkce tuku.

Zvýšené množství, ale i malé množství tuku může vést ke zdravotním komplikacím. Právě nadbytek podkožního tuku je hlavní příčinou civilizačních, psychosociálních a kardiovaskulárních onemocnění. Množství tělesného tuku je ale snadno ovlivnitelnou komponentou, která se řídí energetickým výdajem a příjmem. Tuky vznikají nadměrným příjmem tuku, sacharidů i proteinů. Pokud není regulována výdejem (pohyb jako je chůze, běh, cvičení apod.) je z nadbytku potravin tvořen v tuk (Zvonáč a Duváč, 2011).

Lze rozdělit tělesný tuk na několik základních složek

- Zásobní (depotní) tuk – hlavním úkolem je zásobárna energie pro dlouhodobé aktivity odpovídajícím vysoký energetická výdej. Z 1 g tuku získáváme 38 kJ. Vyskytuje se v podkoží a viscerálně. Podíl tuku je ovlivněn pohlavím, věkem a množstvím pohybové aktivity (Spirduso, 1995; Havlíčková, 1999). Havlíčková (1999) říká, že je množství tuku pro běžnou populaci „15-18 % u mužů a 20-25 % u žen.“
- Základní (esenciální) tuk – má nezbytnou úlohu pro stavbu a funkci některých tělesných orgánů, jejich procesů a nervovou soustavu.

Esenciální tuk slouží jako tlumič a ochrana některých důležitých orgánů jako jsou ledviny nebo játra a sehrává důležitou roli při látkové přeměně. Jeho množství je výrazně nižší a to 3-5 % u mužů a 8-12 % u žen (Lohman, 1992; Spirduso, 1995; Chytráčková, 2002)

Zvýšená opatrnost je pak potřeba u sportujících žen. Procento tělesného tuku by se mělo podle druhu sportu u žen pohybovat v rozmezí 12-16 %. Pokud je hodnota nižší než 12 % mohou se objevit zdravotní komplikace jako je vynechání menstruačního cyklu (amenorea) a další (Lohman, 1992)

Zjišťování tělesného složení je v dnešní době hojně využíváno pro zpětnou vazbu u sportovců v průběhu ročního tréninkového cyklu (Bouchard et al., 1994). Zásadní a nejlépe ovlivnitelnou komponentou je tělesný tuk, který ovlivníme nejlépe výživovým a pohybovým režimem. Tělesné složení se liší podle pohlaví a věku. Ženy mají procentuálně méně tělesné vody (50-60 %) než muži (55-65 %). Naopak muži mají procentuálně méně tělesného tuku než ženy, a to přibližně o 8 %. Muži mají okolo 15 % a ženy okolo 23 %. Rozdíly se objevují až v období pubescence, kdy v těle probíhají zásadní hormonální změny. Hlavní rozdíly hmotnosti v pozdějším věku jsou individuální a závislé na množství tělesného tuku (Chumlea et al., 2002).

Tabulka č. 2: Standardy podílu tuku v % pro muže a ženy (Upraveno podle Riegerová et al. 2006)

Standardy v %	Věk (v letech)			
	6-17	18-34	35-55	55+
Muži				
Zdravotní minimum tuku	<5	<8	<10	<10
Nízká hodnota (podprůměrná)	5-10	8	10	10
Střední hodnota (průměrná)	11-25	13	18	16
Vysoká hodnota (nadprůměrná)	26-31	22	25	23
Obezita	> 31	> 22	> 25	> 23
Ženy				
Zdravotní minimum tuku	<12	<20	<25	<25
Nízká hodnota (podprůměrná)	12-25	20	25	25
Střední hodnota (průměrná)	16-30	28	32	30
Vysoká hodnota (nadprůměrná)	31-36	35	38	35
Obezita	> 36	> 35	> 38	> 35

2.1.1.2 Tukuprostá hmota (FFM)

Definujeme ji jako heterogenní komponentu, která se skládá z netukových komponent. Mezi ně řadíme celkovou tělesnou vodu, svalstvo, kosti a vnitřní orgány. Jedná se tedy o rozdíl celkové tělesné hmotnosti a hmotnosti celkového tuku. Poměry tukuprosté hmoty se uvádí v poměru 60 % svalstvo, 25 % pojivová a opěrná tkáň a 15 % hmotnost vnitřních orgánů (Upraveno podle: Heyward, 1996; Dlouhá, 1998; Riegerová et al., 2006). Pro sportovní výkon je nejdůležitější právě poměr svalstva k celkové tělesné hmotnosti těla (Grasgruber a Cacek, 2008).

Celková tělesná voda

Voda je základní komponentou pro život. Pro člověka je nenahraditelnou látkou. Voda u člověka tvoří 60-70 % celkové tělesné hmotnosti. Dle Clarkové (2009) slouží voda k transportu živin do buněk a zároveň odvádí odpadní látky z buněk. Voda také udržuje stálou tělesnou teplotu a je tedy velmi důležitá pro činnost organismu.

Poměr celkové tělesné vody z hlediska ostatních tělesných tkání je velmi významné. Množství je závislé na tělesné hmotnosti, pohlaví a věku. S vyšším věkem se voda ztrácí. V nízkém kojeneckém věku je poměr vody průměrně 80-85 %, u dětí 75 %, a u dospělých se poměr rozlišuje podle pohlaví, u mužů 63 % a u žen 53 %. Dle (Rokyty a kol., 2000) je největší množství vody obsaženo v tělních tekutinách jako je mozkomíšní mok, ve svalové tkáni a kůži, a především v krvi.

Celkový procentuální objem vody ve zdravém lidském těle (Deurenberg a Shouten, 1992)

- U žen tvoří voda 50-60 % jejich celkové tělesné hmotnosti
- U mužů tvoří voda 55-65 % jejich celkové tělesné hmotnosti

Vodu přijímáme do organismu převážně z vnějšího prostředí, a to z potravy, pití nápojů a dýchání plynů (vzduchu). V malé míře je voda tvořena i v organismu látkovou výměnou. Tělesnou bodu je nutné rozdělovat na:

- ECT – extracelulární voda – tvoří 45 % z celkové tělesné vody a jde především o vodu v tkáňové moku lymfě, krevní plazmě a v transcelulární tekutině

- ICT – intracelulární voda – tvoří 55 % z celkové tělesné vody a jde pouze o vodu v buňkách

(Petrásek, 2002)

Dle Mourka (2005) rozlišujeme transcelulární tekutiny, které jsou obsaženy v těle jako je např.:

- Moč
- Žaludeční a střevní šťávy
- Žluč
- Sliny
- Endolymfa a perilymfa ve vnitřním uchu
- Synoviální tekutina v kloubech
- Mozkomíšní mok apod.

Svalstvo

V lidském těle můžeme vidět cca 660 svalů, které jsou složeny z 20 % proteinem a 70 % vody (Grasgruber a Cacek; 2018). Dle Riegerové et al. (2006) lidské tělo obsahuje 3 typy svaloviny, a to kosterní příčné pruhované svalstvo, hladké svalstvo a srdeční sval. Během vývoje, hlavně v období dospívání nastávají změny v poměru svalstva, a to především k nárůstu svalové hmoty u mužů v době puberty tedy 15.-17. rokem a u žen kolem 13. roku. Naopak v pozdějším věku dochází k úbytku svalové hmoty. Příčně pruhovaný sval se skládá ze svalových vláken. Některé menší svaly jsou tvořeny primárními snopečky, které jsou tvořeny svalovými vlákny (10-100) a větší svaly jsou tvořeny sekundárními snopci, které jsou seskupeny primárními snopečky. Svaly jsou pak pokryty fascií (vazivovou vrstvou) (Grasgruber a Cacek, 2008). Poměry svaloviny v těle se liší podle sportující a nespportující populace. Silový sportovci mají poměry svaloviny nejvyšší. Ženy v silovém sportu mohou mít více svaloviny než muži.

Poměr svaloviny je ovlivněn:

- Celkové množství tuku
- Pohlaví
- Genetika
- Věk
- Stupeň tréninku (Kopecký et al., 2012)

2.1.2 Metody analýzy tělesného složení

V dnešní době je možné využívat k analýze tělesného složení širokou škálu různých metod, které vychází z odlišných modelů (model čtyřkomponentový, tříkomponentový a dvoukomponentový). Vzhledem k praktičnosti využíváme nejvíce dvoukomponentový model, který rozdělujeme na dvě základní komponenty (tuk, tukuprostá hmota). Tříkomponentový model se rozděluje na tělesný tuk, vodu a sušinu, kterou rozdělujeme na proteiny, minerály. Pro zjednodušení se v praxi model počítal podílem tuku, svalstva a kostní tkáň. Čtyřkomponentový model využívá čtyř komponent (tuk, extracelulární tekutina, buňky, minerály), které udávají celkovou tělesnou hmotnost (Riegerová et al., 2006). Využíváme i dalších metod, které se vytvořili vzhledem k podmínkám ať už jde o přesnost nebo praktičnost. Metody můžeme rozdělit na 2 základní skupiny. Referenční metody (laboratorní) jsou vzhledem k vysoké technické náročnosti i finanční dostupnosti využívány pouze v laboratořích. Naopak druhá skupina metod (terénní) je finančně dostupnější a jejich využití je jak v laboratořích, tak i v terénu. Terénní metody se využívají častěji, přestože jsou méně přesné, jejich rychlost měření je vhodná i pro větší skupiny lidí. Ve sportovní praxi si nevystačíme pouze s tělesnou hmotností, a proto je vhodné využívat tyto metody pro zjištění dalších proměnných jako je množství tělesného tuku a jiných komponent tělesného složení (Bunc, 2001).

2.1.2.1 Metody měření v laboratorních podmínkách

Jedná se o metody tzv. „referenční“, které pro svojí finanční a technickou náročnost nejsou běžně využívány, a proto se s nimi v praxi nesetkáváme. Z důvodu měření jiných veličin, než je tuk, a to například tělesnou denzitu, celkovou tělesnou vodu apod. se metodám říká „jednou nepřímé“. Dupočítávání hodnot je možné prostřednictvím vztahů naměřených veličin a množstvím tuku (Pařízková, 1998). Mezi tyto metodiky řadíme např. metodu DEXA.

2.1.2.2 Metody měření v terénních podmínkách

Terénní metody, které jsou dostupné, časově a finančně nenáročné se využívají především ve sportovním lékařství, hodnocení zdravotního stavu a klinické praxi (Brodie, 1999). Nejčastěji využíváme:

- Antropometrii včetně kaliperace
- Bioelektrickou impedanci (BIA)

2.1.2.1 Antropometrie

Antropometrie využívá standardizované metody, což vede k jednoduššímu porovnání. Hlavním úkolem měření je vytvořit podklad pro posouzení vnějších rozměrů lidského těla. Hlavní parametry jsou tělesná výška (cm), tělesná hmotnost (kg), BMI (kg/m^2) a WHR (Pařízková, 1977).

Dle Riegerové et al. (2006) jeden z prvních kdo začal využívat metody v praxi je J. Matiegka, který se podle zevních antropometrických rozměrů snažil kvantifikovat tělesné komponenty. Hmotnost těla rozložil do 4 složek:

Tabulka č. 3: složky hmotnosti těla podle J. Matiegka (Upraveno podle: Riegerová et al., 2006)

O – Hmotnost skeletu (<u>Ossa</u>)	D – Hmotnost kůže a podkožní tkáň (Derma)
M – Hmotnost kosterního svalstva (<u>Musculi</u>)	R – Hmotnost zbytku (Rezidua)

Tělesná hmotnost

- Měříme ji pomocí elektrické váhy (přesnost 0,1 kg)
- Celková tělesná hmotnost s minimem oblečení (Bláha et al., 1994)

Tělesná výška

- Měříme pomocí antropometru (přesnost 0,1 cm)
- Měříme ve stoji spatném, vzpřímeném postavení a bez jakékoliv obuvi (Bláha et al., 1994)

BMI (Body mass index)

- Jedná se o základní index při posuzování tělesné hmotnosti v poměru s tělesnou výškou, tedy o určení pásma normální hmotnosti, nadváhy, obezity (normy pro hodnocení podle WHO, 2015; Bláha a kol., 1994)
- Vypočítáme podílem tělesné hmotnosti (kg) a tělesné výšky (m)²

Pro hodnocení BMI u dospělé populace se používají kritéria podle WHO (2015). Pro hodnocení BMI u dětí a dospívajících se u nás v ČR využívají Percentilové grafy BMI (Bláha et al., 1994). Svačina (2008) uvádí, že výpočet BMI může vést ke špatným diagnózám zdravotního stavu. Výpočtem BMI nejsme schopni rozpoznat poměr svalové tkáně a tuku v těle. Hlavně u sportovců je důležité tyto komponenty rozlišovat. Silový sportovec s vysokou hodnotou BMI není nejspíš jedinec bojující s nadváhou, ale s velkým zastoupením svalové hmoty. Z tohoto důvodu je důležité u sportovců zjišťovat procento tělesného tuku, než stanovíme zdravotní rizika, které jsou způsobena množstvím tělesného tuku.

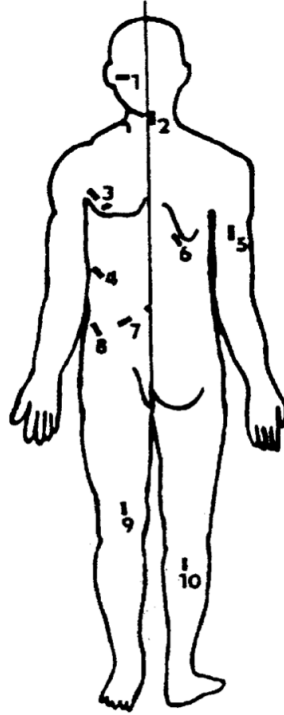
2.1.2.2 Kaliperace (měření tloušťky kožních řas)

Kaliperace patří mezi neinvazivní, levné a dostupné metody odhadu procenta tělesného tuku. Využití má především v ordinacích lékařů a v terénu. Množství tělesného tuku se odhaduje pomocí měření kožních řas na předepsaných místech těla. Měří se tloušťka řasy. Předpokladem pro měření je, že celkové množství tuku je k poměru podkožního tuku všude konstantní (Pařízková, 1998; Petrásek, 2002; Vilikus, 2012).

Dle Pařízkové (1977) jsou mezinárodně určeny přesné body, kde provádíme měření pomocí kaliperu. Pro měření je potřeba proškolená osoba, aby nařazení a měření bylo co nejpřesnější. Body jsou standardizované, a je jich možné naměřit až na 15 místech těla. K odhadu množství tělesného tuku využíváme 2 základní předpoklady:

1. Tloušťka podkožního tuku je v poměru k celkovému množství tuku konstantní
2. Místa, zvolená pro měření tloušťky kožních řas reprezentují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy.

V dnešní době je nejčastěji využívána metoda dle Pařízkové (1962). Jedná se o 10 kožních řas, které jsou určeny dle standardizovaného postupu. Jedná se o kožní řasy:



Obrázek 1. Lokalizace kožních řas (Upraveno podle: Riegerová et al., 2006)

1. tvář (pod spánkem),
2. krk (pod bradou, nad jazyčkou),
3. hrudník I. (v přední axilární čáře nad velký prsním svalem),
4. hrudník II. (ve výši 10. žebra),
5. paže (nad tricepsem),
6. záda (pod dolním úhlem lopatky),
7. břicho (u pupku),
8. bok (nad hřebenem kyčelní kosti),
9. stehno (nad patelou)
10. lýtko (na nejširším místě) (Riegrová et al., 2006).

Pařízková (1977) uvádí využití měření 10 kožních řas na vybraných místech těla pomocí kaliperu typu Best. Součet naměřených hodnot se následně vloží do rovnice, kterou vypočítáme hustotu (denzitu) a následně procento tělesného tuku. Rovnice byly

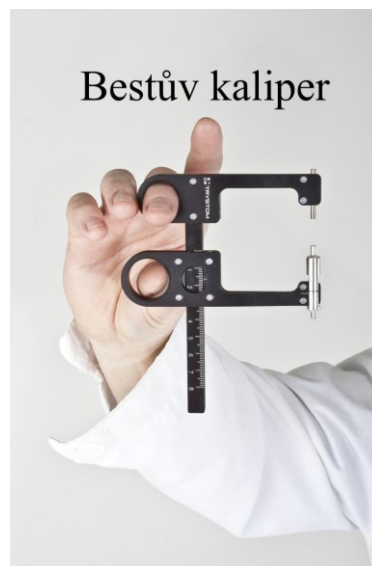
odvozeny z porovnání různých výsledků populačních skupin právě při měření 10 kožních řas a výsledků hydrodenzitometrické metody (Pařízková, 1977).

Tabulka č. 4: Výpočet tělesného tuku (%) pomocí rovnic (Pařízková, 1977)

Kategorie	Věk	Rovnice
Chlapci	9-12	$y=2.660 \log x - 3.134$
Dívky	9-12	$y=2.399 \log x - 2.457$
Chlapci a dívky	9-12	$y=2.594 \log x - 2.947$
Chlapci a dívky	13-16	$y=2.982 \log x - 4.046$
Muži	17-45	$y=22.32 \log x - 29,0$

Metoda kaliperace je často ovlivněna chybami (celková chyba okolo 3-5 %). Nejčastějšími chybami je výběr typu kaliperu, protože pro příslušnou regresní rovnici musíme zvolit i správný kaliper.

Kalipery nejčastěji využívané u nás jsou:



Obrázek 2. Bestův kaliper
(Upraveno: <http://www.anthropometricinstruments.com/kaliper-best-ii-k-501/>)



Obrázek 3. Kaliper Harpenden
(Upraveno: <https://www.physiosupplies.eu/harpenden-caliper-with-software>)

Důležitou součástí měření je i technická zručnost a dovednosti měřitele, faktory měřeného subjektu a použité predikční rovnice (Heyward, 1996).

2.1.2.3 Metoda podle Durnina a Womersley

Pařízková využila metody měření podle Durnina a Womersleyho (1974), kteří vypočítávali množství tělesného tuku pomocí kožních řas (triceps, biceps, subskapulární, suprailiakální). Naměřené hodnoty se pak převedou na procenta a vypočítají se pomocí Siri rovnice. Rovnice pro měření kožních řas rozdělujeme následovně:

Tabulka č. 5: Výpočet procent tělesného tuku pomocí Durnina a Womersleyho (1974).

Věk	Rovnice pro muže	Rovnice pro ženy
<17	$D = 1.1533 - (0.0643 \times L)$	$D = 1.1369 - (0.0598 \times L)$
17-19	$D = 1.1620 - (0.0630 \times L)$	$D = 1.1549 - (0.0678 \times L)$
20-29	$D = 1.1631 - (0.0632 \times L)$	$D = 1.1599 - (0.0717 \times L)$
30-39	$D = 1.1422 - (0.0544 \times L)$	$D = 1.1423 - (0.0632 \times L)$
40-49	$D = 1.1620 - (0.0700 \times L)$	$D = 1.1333 - (0.0612 \times L)$
>50	$D = 1.1715 - (0.0779 \times L)$	$D = 1.1339 - (0.0645 \times L)$

D = hustota těla v g/ml, L = součet kožních řas

2.1.2.4 BIA (bioelektrická impedanční analýza)

Jedná se o nejčastější a nejrozšířenější technologii pro měření tělesného složení. Velké využití je především pro její široké funkce sledování a změn v tělesném složení za působení různých faktorů. Měření je neinvazivní a poskytuje platné a spolehlivé hodnoty tělesného složení (Riegrová et al., 2006).

Hlavním principem BIA je šíření elektrického proudu, který se jednotlivými biologickými strukturami šíří různě. Elektrický proud je nízké intenzity někde okolo 800 mA, a nejčastěji o frekvenci 1, 5, 50, 250, 500 a 1000 kHz. Vodivost jednotlivých struktur je závislá na množství vody, a především na distribuci rozpuštěných iontů. (Pařízková, 1998).

Dle Kushnera (1992) je princip BIA založen na Ohmově zákoně. Ten definuje, že elektrický proud, který prochází tělem je nepřímo úměrný jeho impedanci. Vycházíme tedy z toho, že tukuprostá hmota (FFM) je díky velkému obsahu vody silným vodičem. Tuková tkáň se chová jako izolátor.

Elektrická bioimpedance měří celkovou tělesnou vodu (CTV), která je základní proměnou pro tuto metodu. Pro určení FFM využíváme rozdíl celkové hmotnosti a hmotnosti tuku:

$$FFM = CTV * 0,732^{-1}$$

Hodnota 73,2 % udává průměrnou hydrataci FFM. Jedná se však o sporný předpoklad, jelikož rozmezí hydratace tukuprosté hmoty je 61 % - 82 % (Chumlea a Guo, 1994; Bunc, 2001).

Stejně jako u ostatních metodik musíme počítat s chybami. Dle Bunce (2001) můžeme chyby rozdělit na softwarové (predikční rovnice), které mohou být v řádech desítky procent, a hardwarové, které rozdělujeme na:

- chyba vlastního měření (1,5 %)
- použitý typ elektrod (≤ 3 %)
- strana těla (z důvodu standardizace se BIA měří na pravé straně) ($\pm 1-2$ %)
- stav hydratace organismu ($\pm 2-4$ %)
- přechodový odpor mezi elektrodou a kůží ($<0,5$)
- měřicí frekvence ($\pm 1-2$ %)
- svod mezi měřeným subjektem a zemí ($\pm 1-2$ %)

Celková chyba BIA je okolo 3-5 %.

2.3 Morfologické, funkční a psychosocialní aspekty mužů a žen

Hlavním rozdíly ve sportovní a pohybové výkonnosti u chlapců a dívek je v období puberty. V nižším věku nejsou nijak velké rozdíly, co se týče anaerobní a aerobní kapacity, svalové síly a v proporcionálních rozměrech těla. S nástupem puberty dochází k hlavním hormonálním změnám v organismu. U chlapců jde především o větší množství hormonu testosteronu, který má velký vliv na mužské rysy u dívek o hormon zvaný estrogen (Grasgruber a Cacek; 2008).

Samotné rozdíly jsou určeny jak pohlavím, tak i genetikou a individuálními rozdíly každého jedince samostatně. Sportovní je pro každého jedince individuální záležitost, ať už jde o výkonnost, schopnosti, dovednosti, psychiku

Je dobré si říci, jaké jsou zásadní rozdíly mezi anatomickými a fyziologickými parametry u stejně starých dospělých, tedy mezi muži a ženami. Rozdíly mohou mít částečný ale i velký dopad na výkonnost (Grasgruber a Cacek, 2008).

2.3.1 Morfologické a funkční rozdíly

2.3.1.1 Morfologické rozdíly

V této oblasti je důležité připomenout následující rozdíly:

- Stabilita je u žen lepší vzhledem k proporčním parametrům. Mají kratší končetiny, nižší a širší pánev a užší ramena než muži. Proto se jejich těžiště nachází níže než u mužů.
- U mužů tvoří svalovina cca 42-46 % celkové tělesné hmotnosti. U žen je to cca o 10 % méně. Ženy mají nižší i poměr aktivní tělesné hmoty k celkové hmotnosti těla a jejich úroveň síly je o 1/3 nižší než u mužů.

- Maximální síla, se u žen v dolní polovině těla blíží mužským hodnotám (70-75 %), naopak u horní poloviny těla, především na pažích je síla mnohem menší než u mužů (25-55 %).
- Ženské svaly mají méně vláken, menší průřez svalových vláken, a především menší svalový tonus. Ženy mají obecně více pomalých svalových vláken než rychlých. U 70-75 % žen převyšuje plocha pomalých vláken
- Důležitým faktorem je i tělesný tuk. Ženy mají více tělesného tuku než muži (18-26 % ženy, 10-18 % muži). Produkce estrogenu v pubertě má u žen efekt ukládání tuku z 55 % na končetiny a boky, zatím co u mužů se tuk ukládá hlavně na trup (Drinkwater, 2002)

2.3.1.2. Funkční rozdíly

V této oblasti je důležité připomenout následující rozdíly:

- Muži mají cca o 20 % větší srdce než ženy a důsledkem toho mají muži vyšší systolický tlak a srdeční výkon
- Hodnoty maximální tepové frekvence jsou u mužů a žen podobná
- Muži mají větší počet erytrocytů tzn. větší vazební kapacitu krve pro kyslík.
- Muži mají větší plíce a větší plicní kapacitu tzn. celkový objem a vitální kapacitu. Muži mají vyšší ventilační hodnoty jak v klidu, tak při maximálním výkonu. Hodnoty maximální spotřeby kyslíku (VO_2max) u žen dosahují cca 70 % mužských hodnot.
- Metabolické krytí ATP+CP (anaerobně-alaktátové) a glykolýza (anarobně-laktátové) mají u mužů vyšší účinnost než u žen (Drinkwater, 2002)

2.3.2 Tréninkové a výkonnostní aspekty

Nejdůležitějším rozdílem v přístupu tréninku mužů a žen je přizpůsobení se intersexuálním rozdílům tzn. jejich tělesné stavbě, složení těla a fyziologickým reakcím. Při dodržování těchto zásad předcházíme riziku zranění. Celkově by tréninkový plán měl u žen být z hlediska sportovního tréninku méně namáhavý než u mužů. Hlavním znakem je delší přechodné období v ročním tréninkovém cyklu a menší počet soutěží (závodů). Z hlediska reakce na tréninkové zatížení je odpověď obdobná jak u mužů, tak i žen.

Postupem času se výkonnost žen víc a víc přibližuje výkonnosti mužů. Některé determinanty jsou dány geneticky jako například maximální rychlost nebo anaerobní glykolýza. Některé však můžeme dobře ovlivnit tréninkem, jako koordinaci, flexibilitu, maximální sílu a aerobní kapacitu (Drinkwater, 2002).

Rozdíly mezi ženou a mužem ve smyslu sportovní psychologie a sociologie nemůžeme přesně interpretovat. Můžeme však naznačit obecné rozdíly, které se objevují v praxi a jako trenéři se s nimi můžeme setkat:

- Muži většinou méně komunikují s trenérem než ženy, a proto se ze strany sportovkyně dočkáme lepší komunikace a zpětné vazby.
- Trénink jako takový není tak prioritní u žen jako u mužů
- Ženy bývají emotivnější a citlivější na podněty, z neznámých příčin může dojít k okamžité změně nálady. V této chvíli je důležitá role trenéra, jeho empatie, pochopení a důvěra.
- Muži jsou od přírody agresivnější než ženy. U žen je potřeba v plánování tréninku vytvářet takové programy, které jsou neagresivního charakteru.
- U žen je důležité se vyvarovat intervencí dietologického charakteru. (Drinkwater, 2002)

2.4 Charakteristika tréninkového zatížení

V dnešní době je sport dostupný každému. Můžeme navštěvovat spoustu sportovních zařízení, kde si každý vyhledává svůj specifický program. V různých centrech se setkáváme s tréninkovými a kondičními programy, které jsou zaměřeny na redukci tělesného tuku, zpevnění nebo budování svalové hmoty, programy zaměřené na zlepšení flexibility a rozvoj tělesné i duševní zdatnosti. Všechny programy jsou doporučovány z důvodu zlepšení zdraví a prevence před civilizačními chorobami. Stejně jako sportovní trénink tak i kondiční programy se snaží o ucelenou koncepci. Dle Dovalila (2002) je sportovní trénink propracovaný proces, který vede ke zlepšení výkonnosti. Základními principem sportovního tréninku je co nejvhodněji uspořádat obsah tréninku, zvolit správné metody a prostředky. Hlavním kritériem každé tréninkové jednotky jsou metodotvorné komponenty, které nám udávají jeho hlavní význam, tedy jestli budeme rozvíjet určité pohybové schopnosti nebo jen udržovat. Metodotvorné komponenty jsou:

- Intenzita cvičení
- Doba trvání cvičení
- Počet opakování cvičení
- Interval odpočinku
- Způsob odpočinku (Dovalil, 2009)

2.4.1 Metoda HIIT

Vysoce intenzivní intervalové cvičení (High Intensity Interval Training – HIIT) je charakteristické střídající se intenzitou cvičení. V dnešní době se jedná o velice populární zkratku HIIT. Základním znakem jsou krátké úseky cvičení proložené přesnými intervaly odpočinku nebo nízko-intenzivního pohybu. Existuje mnoho variant, které se pak liší podle počtu intervalů, typu cvičení, doby cvičení i intervalu odpočinku (Gibala, 2012). Cvičení je založeno na intervalech od desítky sekund až po minuty, kdy interval odpočinku slouží k částečnému snížení tepové frekvence. Intervaly odpočinku rozdělují úseky cvičení (Lauersen a Jenkins, 2002)

Metoda HIIT se využívá jako rekreační alternativa pro nespportovce, ale využívají ji i vrcholový sportovci, protože je považována za velice efektivní alternativu k běžnému tréninku. Má totiž přínos v oblasti změn fyziologických, výkonnostních i změn v oblasti zdraví a tělesné i duševní kondice. Pozitivním faktorem je i časová nenáročnost tréninku (Gibala, 2012; Laursena a Jenkins, 2002).

Nybo et al. (2010) ve své publikaci uvádí rozdíly mezi vytrvalostním, silovým a HIIT tréninkem. Dle výsledků experimentu je jasné, že pro rozvoj svalové tkáně (hypertrofii svalů) doporučují silový trénink. Vytrvalostní trénink je nejefektivnější pro redukci tukové tkáně a HIIT je doporučen ke zlepšení ukazatelů, jako je hladina cholesterolu, inzulínová reakce nebo snížení systolického tlaku u nespportovců a ovlivnění $VO_{2\max}$. Celkově tedy ke zlepšení zdraví.

2.4.2 Varianty metody HIIT

Známe několik variant intervalového tréninku, až už se jedná o jízdu na bicyklovém ergometru, spinningovém kole, běhu na páse nebo různých variant cvičení s vlastní vahou nebo s náčiním. V literatuře se můžeme setkat i s variantami, které jsou děleny časovou náročností. Z hlediska časové náročnosti se můžeme setkat s programy na 12 týdnů (Kessler et al., 2012), 8 týdnů (Musa, 2009), 6 týdnů (Tabata, 2016) nebo čtyřtýdenní (Alkahtani et al., 2013). Jak už bylo řečeno, jedná se o populární metodu cvičení, která může mít velkou spoustu variant.

2.5 Shrnutí teoretických poznatků

Jedním ze základních faktorů zdraví je stav a vzájemný vztah mezi jednotlivými tělesnými komponentami a pohybovým aparátem (Wang et al., 1992; Pařízková, 1998). Základní komponenty tělesného složení, které pozorujeme jsou tělesný tuk (FM), tukuprostá hmota (FFM) a celková tělesná voda (TBW). Stav tělesných komponent je závislý na působení vnějších a vnitřních faktorů jako je věk, pohlaví, genetika, výživové stereotypy, fyzická aktivita, celkový stav organismu, životní styl apod. (Bunc, 2001).

Dnešní doba nám umožňuje využívat velkou škálu metod pro zjišťování tělesného složení. Samotné metody rozdělujeme na dvoukomponentové, tříkomponentové a čtyřkomponentové. Vzhledem k dostupnosti a praktičnosti se využívá nejčastěji model dvoukomponentový, který rozdělujeme na tělesný tuk (FM) a tukuprostou hmotu (FFM). Metody rozdělujeme i podle způsobu použití na laboratorní a v terénních podmínkách. Obdobně zde vyhrává praktičnost a finanční dostupnost. Nejvíce využívané metody jsou BIA (bioelektrická impedance) a kaliperace (měření kožních řas kaliperem).

Morfologicko-funkční aspekty mužů a žen jsou odlišné. Muži mají více svaloviny, větší srdce, hodnoty maximální síly jsou vyšší a jejich metabolické krytí je efektivnější. U žen se vzhledem ke genetice objevuje více tuku, jejich proporce jsou lepší pro stabilitu, kloubní rozsahy a flexibilita je lepší. Muži jsou od přírody agresivnější a ženy emotivnější, což se projevuje hlavně ve vztahu mezi sportovcem a trenérem.

Podmínky tréninkového zatížení HIIT (vysoce intenzivní intervalový trénink) jsou založeny na střídání zatížení, tzn. vysoce-intenzivního a nízko-intenzivního cvičení. Metoda je prospěšná pro rozvoj obecné vytrvalosti a zlepšení ukazatelů hladiny cholesterolu v krvi, zlepšení inzulínové reakce a celkovému zlepšení zdravotního stavu (Nybo et al. 2010).

3 CÍL PRÁCE

3.1 Cíl

Cílem práce bylo zhodnocení změn tělesného složení u mužů a žen, kteří absolvovali tříměsíční pohybový program.

3.2 Úkoly práce

1. rešerše literatury k problematice životního stylu, tělesného složení, odlišnostem tréninku mužů a žen a změnám při specifickém tréninkovém programu HIIT.
2. výběr metody pro analýzu tělesného složení, zajištění přístrojového vybavení (BIA, antropometrická měřidla).
3. vypracování informovaného souhlasu a žádosti pro etickou komisi UK FTVS v Praze.
4. zajištění probandů, seznámení probandů s cílem výzkumu
5. sběr dat:
 - analýza tělesného složení před zahájením tréninkového cyklu.
 - analýza tělesného složení na konci tréninkového cyklu tzn. po 3 měsících od vstupního měření.
6. zpracování a analýza dat.
7. obhajoba práce.

3.3 Vědecká otázka

Jaké změny v tělesném složení může vyvolat pravidelné cvičení vysoko intenzivního intervalového tréninku (HIIT) u mužů a u žen a jaké mohou být rozdíly těchto změn mezi pohlavími?

3.3.1 Hypotézy

Předpokládáme, že vlivem pravidelné pohybové aktivity dojde nejen ke změnám antropometrických parametrů (tělesná hmotnost, obvod pasu a boků), ale také ke změnám u jednotlivých komponent tělesného složení (tělesný tuk, tukuprostá hmota) a to u mužů i žen.

3.3.2 Zdůvodnění hypotéz

U jedinců, kteří pravidelně cvičí a jsou pohybově aktivní, dochází ke změnám energetické bilance, především ve smyslu zvýšení energetického výdeje. Vlivem pravidelné aktivity a nastolením negativní energetické bilance (zvýšení energetického výdeje a zachování energetického příjmu), dochází nejen k redukci hmotnosti, ale i úbytku tělesného tuku, případně zachování nebo nárůstu svalové hmoty (Zvonař a Duváč, 2011).

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1. Metodika práce

Práce je založena na empirickém výzkumu, jejíž hlavní metodou je pozorování.

4.2. Sledovaný soubor a jeho charakteristika

Při vstupním měření tvořilo soubor celkem 30 probandů (15 žen a 15 mužů, kteří měli za úkol navštěvovat skupinové lekce v podobě Intenzivního intervalového cvičení (HIIT) ve fitness centru Balance Club Brumlovka. Účast ve výzkumu byla dobrovolná, avšak podmínkou výzkumu byla návštěvnost lekcí 3x týdně. Z důvodu nesplnění následujících podmínek, jsme do výzkumu zahrnuli pouze 22 probandů (11 žen a 11 mužů). Věk všech respondentů byl v rozmezí 30–45 let.

4.3. Použité metody

4.3.1 Měření antropometrických parametrů

Pomocí digitálního výškoměr s přesností $\pm 0,1$ cm jsme naměřili tělesnou výšku (cm). Respondenti během měření stály bez obuvi zády ke zdi ve stoji spatném, a jejich paty, hýždě a lopatky se dotýkali měřicí tyče výškoměru.

Měření tělesné hmotnosti bylo součástí analýzy pomocí BIA (InBody 770). Respondenti se měřili ve spodním prádle.

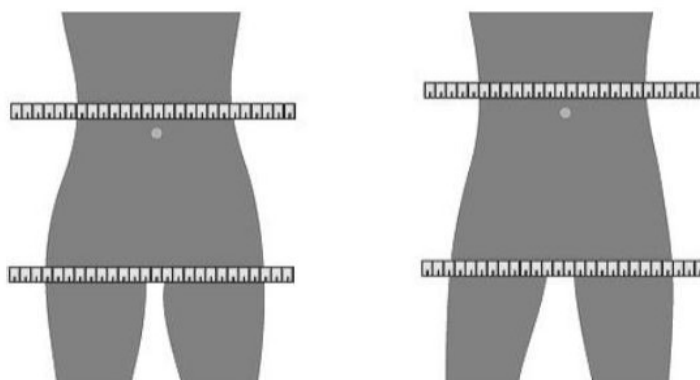
BMI nám vypočítalo InBody 770 po vložení tělesné výšky do systému a změření tělesné hmotnosti. Pro kontrolu jsme dosadili hodnoty do vzorce:

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

Tabulka č. 6: Hodnocení BMI (kg/m^2) u dospělé populace (WHO, 2015)

BMI (kg/m^2)	Hodnocení
> 18,5	Podváha
18,5 – 24,9	Normální váha
25,0 – 29,9	Nadváha
30,0 – 34,9	Obezita stupeň I.
35 – 39,9	Obezita stupeň II.
< 40	Obezita stupeň III.

Index WHR (waist hip ration) nám opět spočítalo InBody 770. Měření jsme ale provedli pomocí neelastického pásmového měřidla o šířce 0,7 mm a přesností 0,5 cm. Pas jsme měřili v nejužším místě trupu v transverzální rovině, a boky jsme měřili v nejmohutnější oblasti gluteálního svalstva taktéž v transverzální rovině (viz. obr.1).



Obrázek 2. Ukázka, v jaké oblasti měřit obvod pasu a boků (upraveno dle <https://theses.cz/id/41cmpr/bakalajdaa.pdf>)

Index WHR jsme provedli podle vzorce:

$$\text{WHR} = \frac{\text{obvod pasu}}{\text{obvod boků}}$$

Tabulka č. 7: Hodnocení indexu centrální obezity u dospělé populace (upraveno podle SZU, 2015)

ŽENY	MUŽI	HODNOCENÍ
<0,75	<0,85	Spíše periferní
0,75 – 0,80	0,85 – 0,90	Vyrovnaná
0,80 – 0,85	0,90 – 0,95	Spíše centrální
> 0,85	> 0,95	Centrální risk

4.3.2 Analýza tělesného složení

Analýzu tělesného složení jsme prováděli na BIA - InBody 770. Jedná se o přístroj založený na přímé analýze segmentové multi-frekvenční bioelektrické impedanci. Přístroj je schopný zaznamenat na za jedno měření 30 měření impedance za použité 6 frekvencí (1, 5, 50, 250, 500, 1000 kHz) na každém segmentu těla zvlášť (levá paže, pravá paže, trup, levá noha, pravá noha). Dotykové plochy, tj. elektrody jsou čtyř polární s osmy bodovým dotykovým systémem.

Samotné měření je prováděno přímo na InBody ve stoji, kdy si respondent stoupne na elektrody pro chodidla. Měření probíhá ve spodním prádle s očištěnými chodidly. InBody nejdříve zaznamená tělesnou hmotnost a následně je vyzván, aby uchopil elektrody, které se drží v lehce stisknuté dlani. Paže jsou v upažení poníž, a celý test probíhá bez pohybu, bez mluvení cca 2 minuty.



Obrázek 2. Ukázka probíhajícího měření na InBody 770

(Upraveno z <https://www.inbody.cz/produkty/20-inbody#podrobna-specifikace>)

Při hodnocení změn tělesného složení jsme se zaměřili především na následující parametry:

- FFM - Tukuprostá hmota (% , kg)
- Tělesný tuk (% , kg)
- CTV - Celkovou tělesnou vodu (% , l)
- ECT - Extracelulární tekutina (% , l)
- ICT - Intracelulární tekutina (% , l)
- Množství kosterního svalstva (kg)
- BMR - Bazální metabolismus (kcal)
- Fázový úhel

4.3.3 Rozsah platnosti

4.3.3.1 Vymezení

S ohledem na počet testovaných jedinců, musím zdůraznit, že námi zjištěné výsledky jsou platné pouze pro tuto skupinu probandů.

4.3.3.2 Omezení

Měření všech respondentů probíhalo za standardních podmínek (viz. kapitola 4.3.5) Měření antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení pomocí přístroje na InBody 770 provedla jedna proškolená osoba.

4.3.4 Organizace sběru dat

Měření tělesného složení probíhalo na dvě části. Vstupní měření u všech probandů proběhlo ve dvou víkendových dnech tj., sobota a neděle, ve stejných dopoledních hodinách. Výstupní měření bylo provedeno po uplynutí období tří měsíců za stejných podmínek jako vstupní.

Testování probíhalo v prostorách fitness centra Balance Club Brumlovka. Před samotným měřením byli všichni probandi seznámeni s podmínkami výzkumu a následně podepsali informovaný souhlas (viz. příloha 3). Celý výzkum má souhlas Etické komise FTVS UK (viz. příloha 1)

4.3.5 Podmínky měření

Pro získání objektivních výsledků a přesných hodnot tělesného složení je nutné dodržet konkrétní standardní podmínky. (Riegrová et al., 2006)

- nejíst a nepít po dobu 4–5 hodin před měřením
- necvičit minimálně 12 hodin před testováním
- nepožívat alkohol po dobu 24 hodin před měřením
- vyprázdnit močový měchýř těsně před testem
- přesná manipulace s přístrojem BIA a dostatečná teplota v místnosti (18-20 °C)
- opětovná měření provádět ve stejnou denní dobu.

4.3.6 Analýza dat

Pro charakteristiku souboru byly použity základní statistické charakteristiky – míra polohy (aritmetický průměr), míra variability (směrodatná odchylka-SD).

Tělesné složení bylo vyhodnoceno pomocí přístroje InBody 770 (příloha č.3) a následná data byla zpracována do tabulek a grafů v programu MS Excel 2007.

Jelikož nám Shapiro-Wilkův test potvrdil normální rozložení dat, mohli jsme pro posouzení významnosti rozdílů mezi vstupními a výstupními hodnotami naměřených parametrů využít párový t-test.

Statically významné hodnoty jsme posuzovali na hladině $p < 0,05$. Pro hodnocení věcné významnosti rozdílů jsme použili Cohenovo d (Soukup, 2013) .

Bibliografické odkazy a citace dokumentů byly v práci upraveny podle normy ČSN ISO 690 (01 0197) platné od 1. dubna 2011 (dostupné z: <http://www.citace.com/CSN-ISO 690.pdf>).

5 VÝSLEDKY

Výsledky jsou rozděleny na dvě části. V první části jsou prezentovány naměřené hodnoty antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení (Tabulka č. 8 a 9). Druhá část prezentuje měřená data graficky (Graf 1-22)

5.1 Charakteristika souboru

Soubor tvořilo 11 probandů a 11 probanek, kteří splnili podmínky cvičebního programu v podobě funkčního tréninku – High Intensity Interval Training (HIIT) v Balance Clubu Brumlovka. Souhrnný přehled antropometrických parametrů a parametrů tělesného složení vstupního (před zahájením pohybového programu) a výstupního (po tříměsíčním cvičebním programu) měření je prezentován v tabulce č. 8 a 9.

Tabulka č. 8: Antropometrické parametry a parametry tělesného složení souboru (n = 11). Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr ± SD.

MUŽI (n = 11)						
	Vstup ± SD	Výstup ± SD	Rozdíl	P ¹	d	effect size
Věk (let)	35,5 ± 4,9	35,5 ± 4,9	-	-	-	-
Tělesná výška (cm)	179,4 ± 6,5	179,4 ± 6,5	-	-	-	-
Tělesná hmotnost (kg)	81,1 ± 11,5	80,1 ± 10,6	-1,00	0,138	0,084	small
BMI (kg/m ²)	25,1 ± 2,3	24,8 ± 2,0	-0,30	0,134	0,137	small
WHR	0,9 ± 0,1	0,8 ± 0,1	-0,1	0,032	0,233	small
Tělesný tuk (%)	17,3 ± 5,1	16,5 ± 5,1	-0,80	0,021	0,150	small
Tělesný tuk (kg)	14,2 ± 5,6	13,4 ± 5,3	-0,80	0,024	0,142	small
Hmotnost kosterního svalu (kg)	38,0 ± 5,1	38,1 ± 4,8	0,10	0,434	0,010	small
FFM (kg)	66,9 ± 8,7	66,7 ± 8,2	-0,20	0,027	0,017	small
CTV (%)	60,5 ± 3,8	61,1 ± 3,7	0,60	0,028	0,146	small
CTV (l)	48,9 ± 6,4	48,8 ± 6,0	-0,1	0,410	0,017	small
ECT (%)	22,5 ± 1,6	22,6 ± 1,4	0,20	0,204	0,098	small
ECT (l)	18,2 ± 2,5	18,1 ± 2,3	-0,10	0,357	0,036	small
ICT (%)	38,0 ± 2,3	38,5 ± 2,3	0,40	0,008	0,174	small
ICT (l)	30,7 ± 3,9	30,7 ± 3,7	0,00	0,271	0,005	small
BMR (kcal)	1813,9 ± 188,5	1810,7 ± 176,7	-3,20	0,408	0,017	small
Fázový úhel	6,7 ± 0,4	6,8 ± 0,3	0,10	0,179	0,273	small

BMI – Body mass index, FFM – Tukuprostá hmota, CTV – Celková tělesná voda, ECT – Extracelulární tekutina, ICT – Intracelulární tekutina, Masa bun. hmoty – Masa buněčné hmoty, BMR – Bazální metabolismus, WHR index – Index pas/boky

P¹ – párový t – test (hl.v. 5 %)

d – Cohenovo d (koeficient)

effect size (hodnocení) – malý efekt (d = 0,2 – 0,5), střední efekt (d = 0,5 – 0,8), veliký (d < 0,8)

Tabulka č. 9: Antropometrické parametry a parametry tělesného složení souboru (n = 11). Hodnoty jsou uvedeny ve tvaru průměr ± SD.

ŽENY (n = 11)						
	Vstup ± SD	Výstup ± SD	Rozdíl	P ¹	d	effect size
Věk (let)	31,9 ± 3,5	31,9 ± 3,5	-	-	-	-
Tělesná výška (cm)	166,8 ± 5,5	166,8 ± 5,5	-	-	-	-
Tělesná hmotnost (kg)	63,9 ± 10,8	63,1 ± 10,2	- 0,74	0,060	0,067	small
BMI (kg/m ²)	22,8 ± 2,8	22,6 ± 2,5	-0,27	0,056	0,105	small
WHR	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,0	0,01	0,163	0,145	small
Tělesný tuk (%)	26,3 ± 4,5	24,4 ± 4,5	-1,92	0,001	0,407	small
Tělesný tuk (kg)	17,1 ± 5,2	15,6 ± 4,7	-1,49	0,001	0,285	small
Hmotnost kosterního svalu (kg)	25,9 ± 3,8	26,3 ± 3,9	0,44	0,028	0,108	small
FFM (kg)	46,8 ± 6,4	47,5 ± 6,6	0,73	0,027	0,106	small
CTV (%)	53,9 ± 3,2	55,2 ± 3,3	1,36	0,001	0,396	small
CTV (l)	34,2 ± 4,8	34,7 ± 4,8	0,51	0,033	0,101	small
ECT (%)	20,3 ± 1,2	20,8 ± 1,2	0,52	0,002	0,420	small
ECT (l)	12,9 ± 1,9	13,1 ± 1,8	0,19	0,040	0,098	small
ICT (%)	33,6 ± 2,1	34,5 ± 2,2	0,88	0,001	0,393	small
ICT (l)	21,3 ± 2,9	21,7 ± 3,0	0,35	0,028	0,111	small
BMR (kcal)	1551,8 ± 128,8	1575,1 ± 137,9	23,3	0,068	0,17	small
Fázový úhel	5,8 ± 0,5	5,8 ± 0,5	-0,01	0,446	0,016	small

BMI – Body mass index, FFM – Tukuprostá hmota, CTV – Celková tělesná voda, ECT – Extracelulární tekutina, ICT – Intracelulární tekutina, Masa bun. hmoty – Masa buněčné hmoty, BMR – Bazální metabolismus, WHR index – Index pas/boky

P¹ – párový t – test (hl.v. 5 %)

d – Cohenovo d (koeficient)

effect size (hodnocení) – malý efekt (d = 0,2 – 0,5), střední efekt (d = 0,5 – 0,8), veliký (d < 0,8)

V námi sledovaném souboru byl průměrný věk mužů $35,5 \pm 4,9$ (v rozmezí 29–46) a průměrný věk žen $31,9 \pm 3,5$ let (v rozmezí 29–40 let). Průměrná tělesná výška byla u mužů $179,4 \pm 6,5$ cm, kde rozmezí bylo od 166,2 – 189,7 cm a ženy měly průměrnou tělesnou výšku $166,8 \pm 5,5$ cm (v rozmezí 159,5 – 180,4 cm). Průměrná tělesná hmotnost představovala mužů $81,1 \pm 11,5$ kg, přičemž rozmezí tělesné hmotnosti se pohybovalo od 63,8 – 101,3 kg. U žen jsme naměřili průměrnou tělesnou hmotnost $63,9 \pm 10,8$ kg, kde rozmezí se bylo od 50,2 – 78,9 kg.

Průměrná hodnota BMI našeho souboru dosahovala u mužů $25,1 \pm 2,3$ kg/m² v rozmezí od 22 – 28,6 kg/m², a u žen $22,8 \pm 2,8$ kg/m² v rozmezí od 19,7 – 27,6 kg/m². Dle hodnocení pro normální váhu u dospělé populace (BMI = 18,5 – 24,9) splňovalo kritérium 6 z 11 mužů a 8 z 11 žen. WHR Index byl u mužů $0,9 \pm 0,1$ (v rozmezí 0,76 – 0,99) a u žen v průměru $0,8 \pm 0,0$ (v rozmezí od 0,78 – 0,90).

Pomocí bioelektrické impedance jsme naměřili hodnoty tělesného tuku u mužů $17,3 \pm 5,1$ % resp. ($14,2 \pm 5,6$ kg), z celkové průměrné hmotnosti. U žen jsme naměřili průměrný tělesný tuk $26,3 \pm 4,5$ %, což odpovídá $17,1 \pm 5,2$ kg z celkové tělesné hmotnosti. Průměrné hodnoty tukuprosté hmoty (FFM) mužů $66,9 \pm 8,7$ kg a u žen $46,8 \pm 6,4$ kg. Hmotnost kosterního svalů byla v průměru u mužů $66,9 \pm 8,7$ kg a u žen $46,8 \pm 6,4$ kg.

Přístroj Inbody 770 nám dále naměřil hodnotu celkové tělesné vody (CTV), která u mužů byla $48,9 \pm 6,4$ l, což představuje $60,5 \pm 3,8$ % z celkové tělesné hmotnosti. U žen jsme zaznamenali $34,2 \pm 4,8$ l, resp. $53,9 \pm 3,2$ %. Následně bylo u všech probandů zjištěno průměrné množství extracelulární tekutiny (ECT) u mužů jsme naměřili $22,5 \pm 1,6$ % resp. ($18,2 \pm 2,5$ l); u žen $20,3 \pm 1,2$ % resp. ($12,9 \pm 1,9$) a intracelulární tekutiny muži $38,0 \pm 2,3$ %, resp. ($30,7 \pm 3,9$ l); ženy $33,6 \pm 2,1$ %, resp. ($21,3 \pm 2,9$ l).

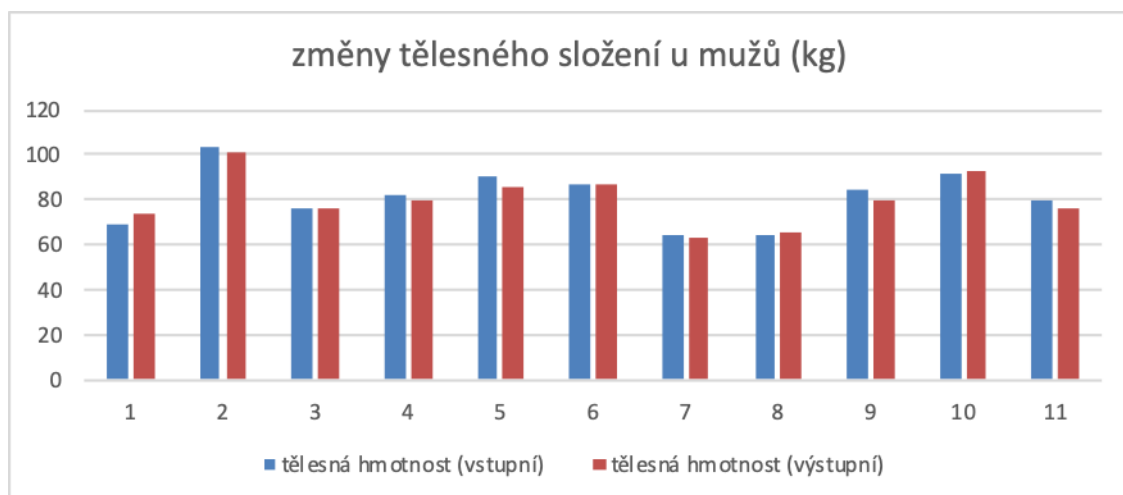
Software přístroje vypočítal průměrnou úroveň bazálního metabolismu u mužů $1813,9 \pm 188,5$ kcal a u žen $1551,8 \pm 128,8$. Fázový úhel byl u mužů $6,7 \pm 0,4$ a u žen $5,8 \pm 0,5$.

5.2 Změny antropometrických parametrů a jednotlivých parametrů tělesného složení u mužů a žen.

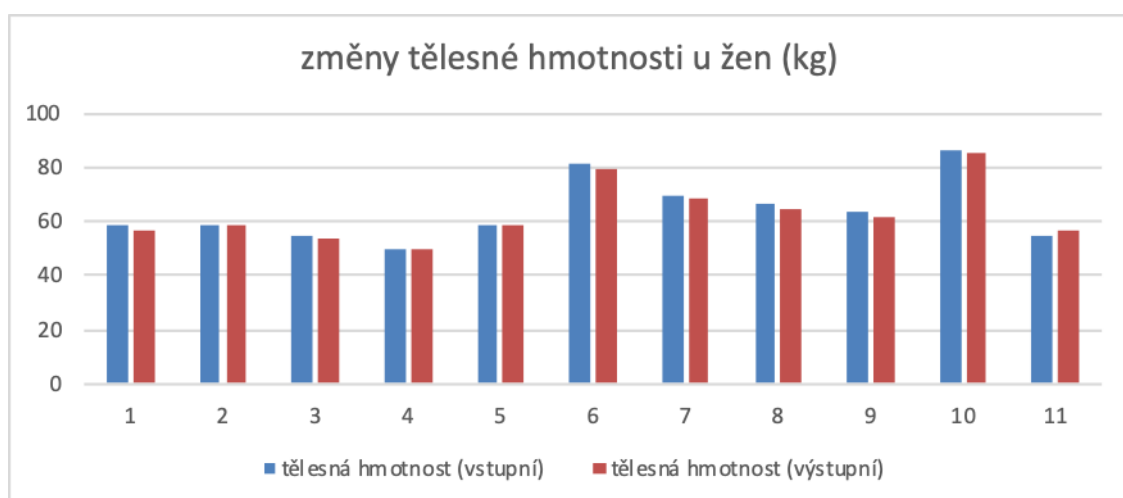
Pro přehlednost jsme vytvořili grafy (graf 1-22) pro jednotlivé parametry naměřených hodnot, které jsme určili jako statisticky významné. Do grafu jsme zahrnuli data vstupních hodnot, i výstupních hodnot.

Tělesná hmotnost (kg):

Graf 1: Změny tělesné hmotnosti u mužů (n=11)



Graf 2: Změny tělesné hmotnosti u žen (n=11)

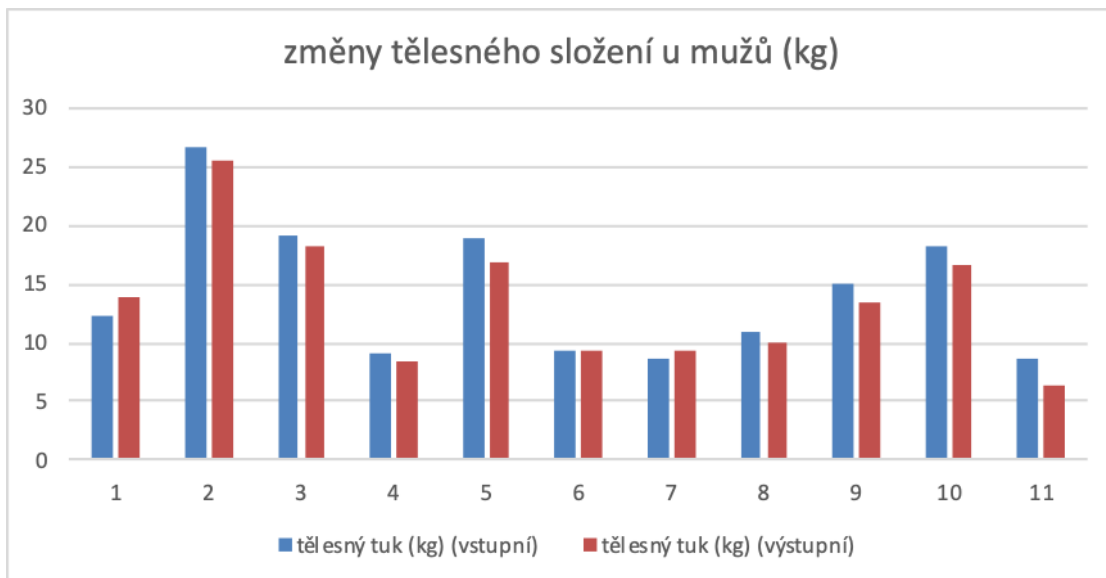


Zhodnocení výsledků grafu 1 a 2:

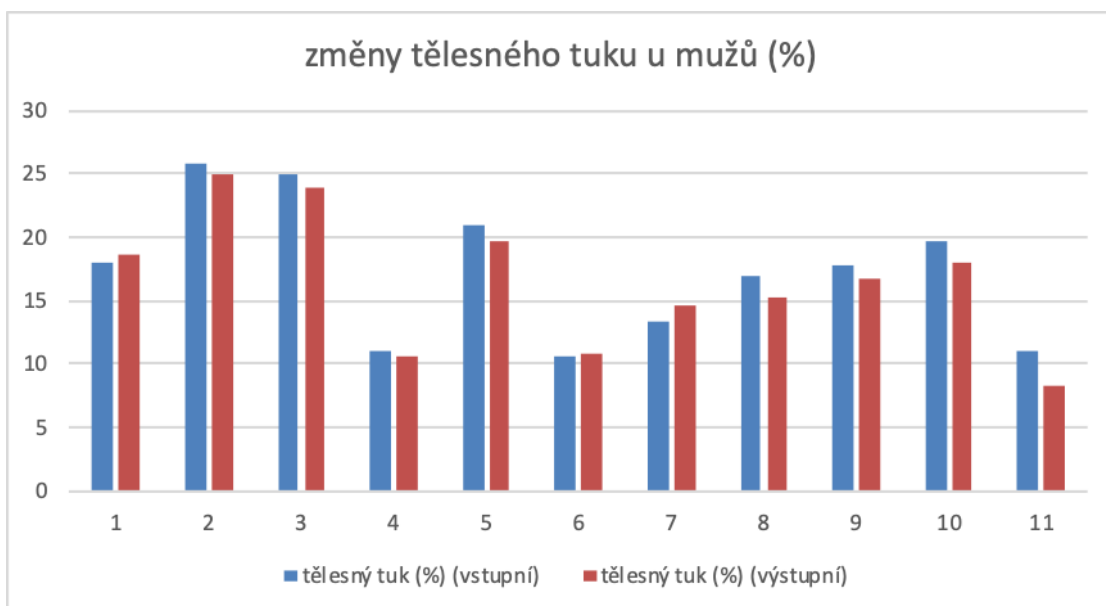
Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů ke snížení celkové tělesné hmotnosti v průměru o 1 kg, u žen o 0,74 kg. Celkem u 7 mužů došlo k úbytku hmotnosti v rozmezí 0,5 – 4,5 kg, a u 4 mužů k nárůstu hmotnosti v rozmezí 0,2 – 5,4 kg. U žen došlo k úbytku hmotnosti u 7 žen v rozmezí 0,7 – 2,8 kg a k nárůstu hmotnosti u 3 žen v rozmezí 0,3 – 2,2 a 1 žena zůstala bez změny hmotnosti.

Tělesný tuk (kg/%):

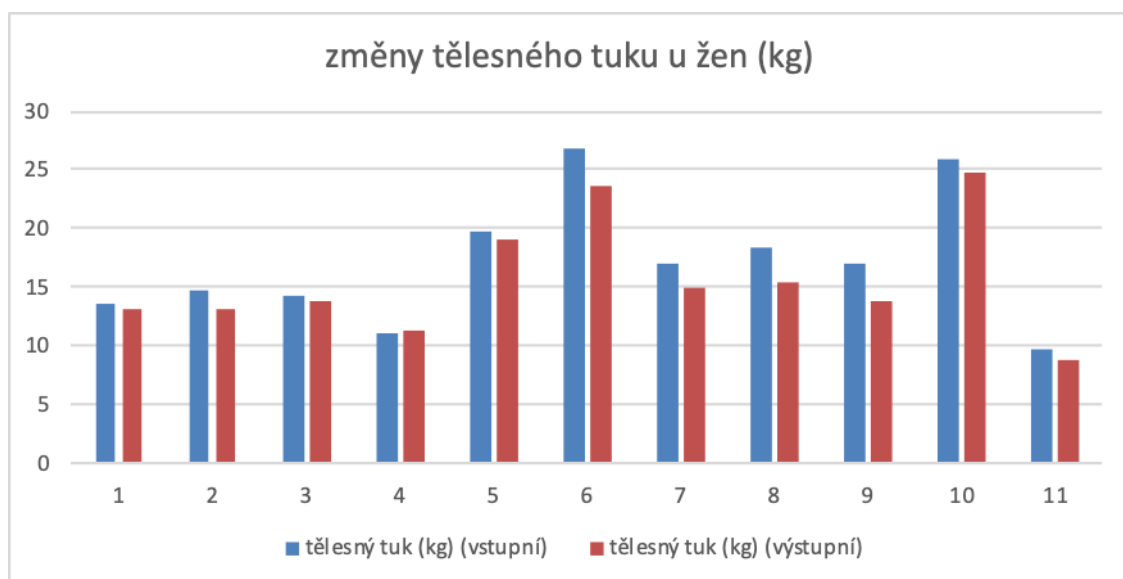
Graf 3: Změny tělesného tuku u mužů (kg)



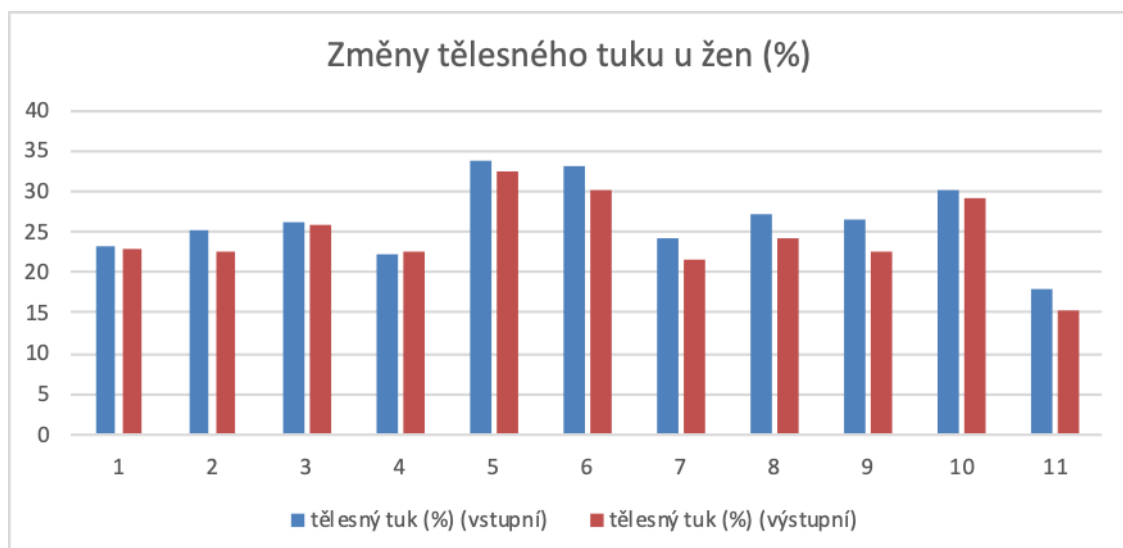
Graf 4: Změny tělesného tuku u mužů (%)



Graf 5: Změny tělesného tuku u žen (kg)



Graf 6: Změny tělesného tuku u žen (%)

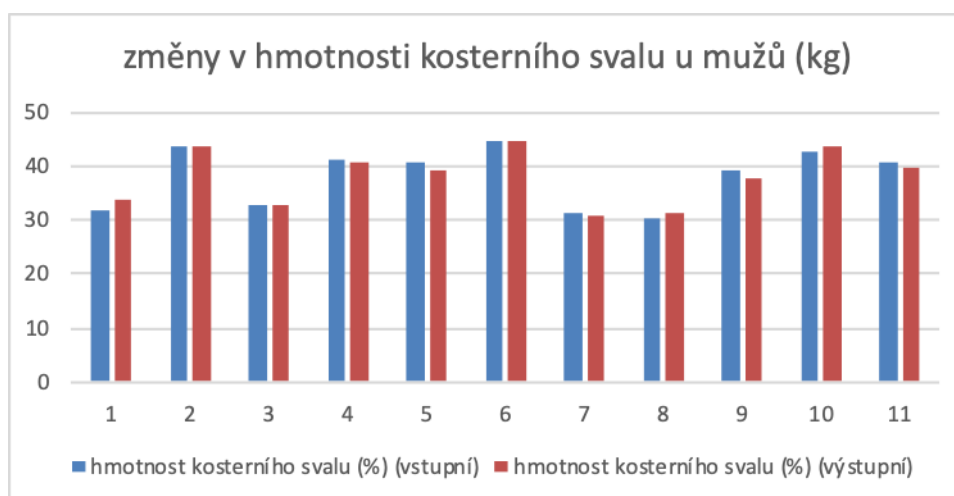


Zhodnocení výsledků grafů 3,4,5 a 6:

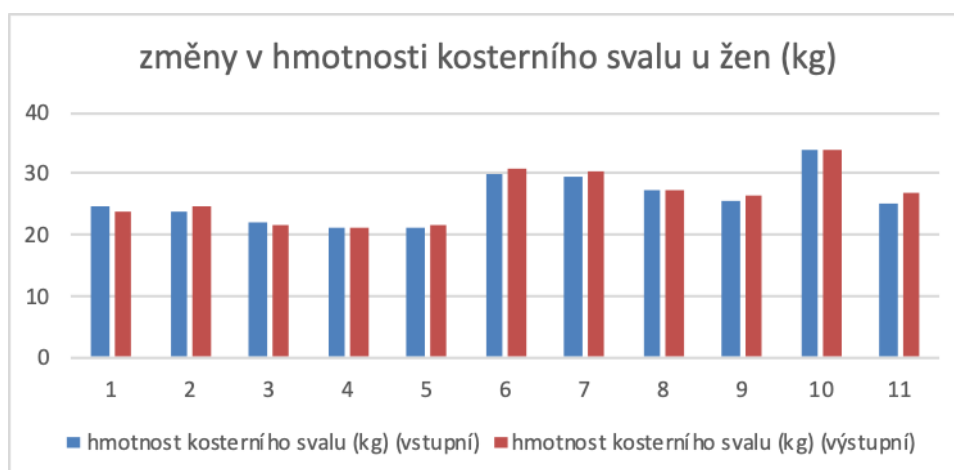
Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů k redukci celkového tělesného tuku v průměru o 0,8 % tj. 0,8 kg. Celkem u 8 mužů došlo ke snížení tělesného tuku v rozmezí 0,4 – 2,6 % tj. 0,5 – 2,3 kg. U 3 mužů došlo ke zvýšení tělesného tuku v rozmezí 0,1 – 1,3 % tj. 0,1 – 0,8 kg. U žen se průměrně snížil celkový tělesný tuk o 1,9 % tj. 1,5 kg. Celkem u 10 žen došlo k redukci tělesného tuku v rozmezí 0,2 – 4,2 % tj. 0,3 – 3,2 kg. U 1 ženy došlo k nárůstu tělesného tuku o 0,1 % tj. 0,2 kg.

Hmotnost kosterního svalstva:

Graf 7: Změny v hmotnosti kosterního svalstva u mužů (kg)



Graf 8: Změny v hmotnosti kosterního svalstva u žen (kg)

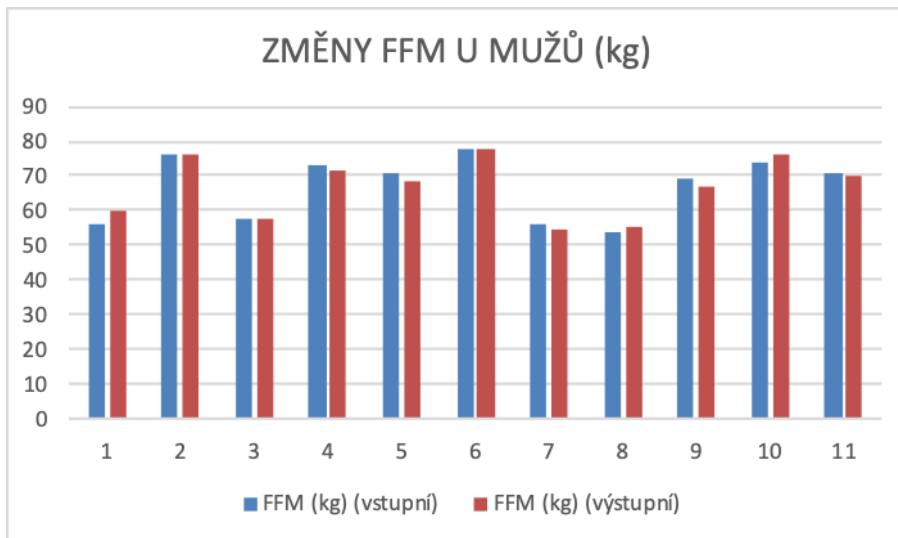


Zhodnocení výsledků grafů 7 a 8:

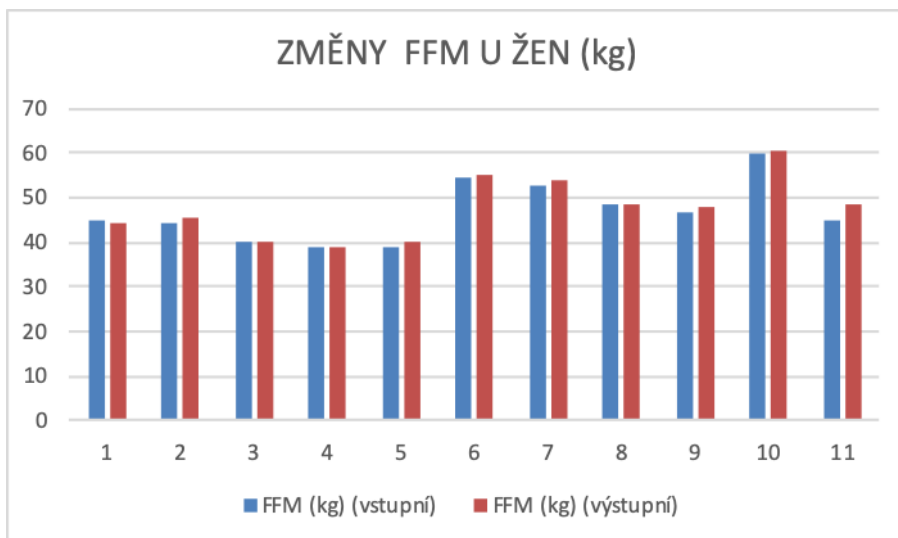
Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů ke zvýšení množství kosterního svalu o 0,1 kg. Celkem 6 mužů se zmenšilo množství kosterního svalu v rozmezí 0,1 – 1,6 kg a 5 mužům se zvýšilo množství kosterního svalu v rozmezí 0,2 – 2,1 kg. U žen došlo ke zvýšení množství kosterního svalu v průměru o 0,4 kg. Celkem u 3 žen došlo k poklesu v rozmezí 0,1 – 0,5 kg, a u 8 žen došlo k nárůstu kosterního svalstva v rozmezí 0,1 – 2,0 kg.

Tukuprostá hmota (FFM):

Graf 9: Změny Tukuprosté hmoty u mužů (kg)



Graf 10: Změny Tukuprosté hmoty u žen (kg)

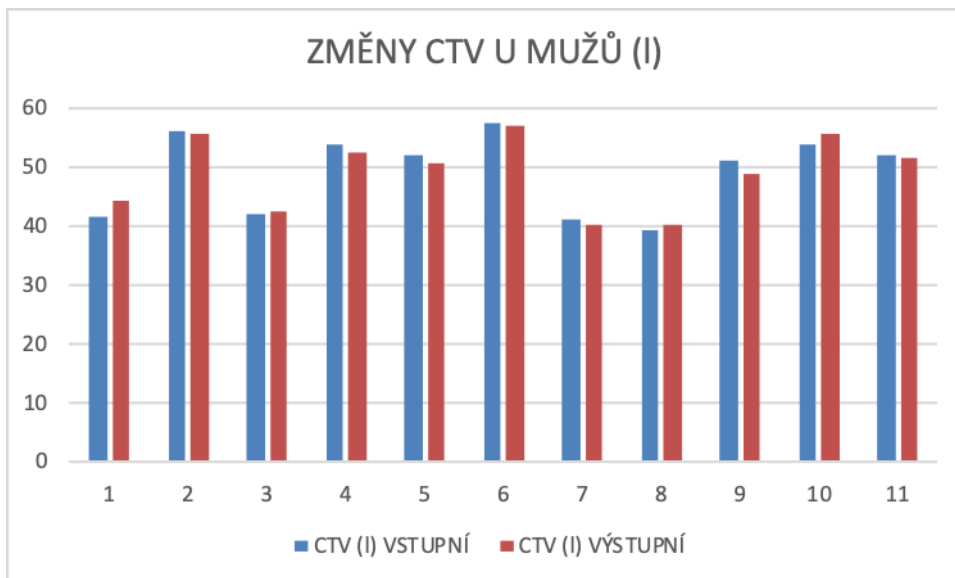


Zhodnocení výsledků grafů 9-10:

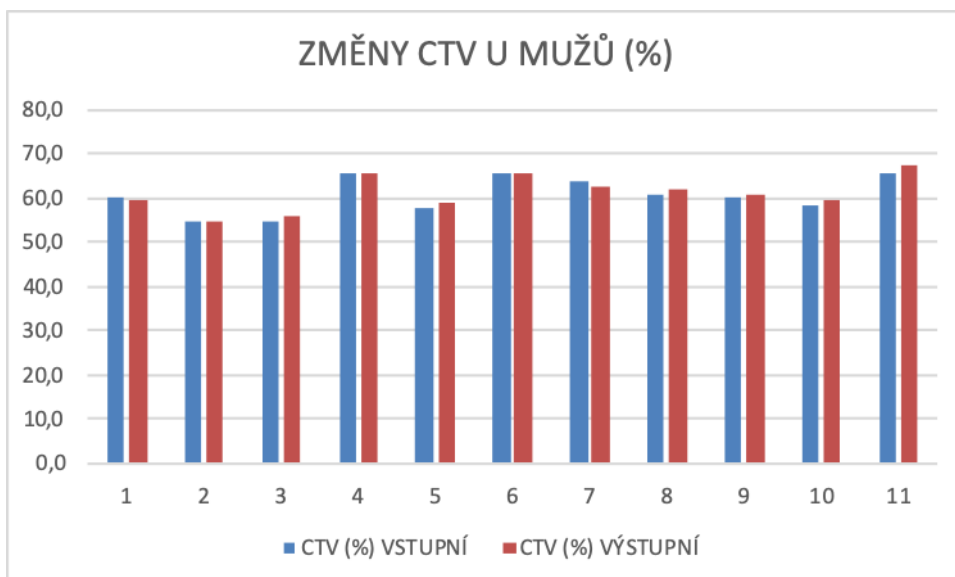
Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů průměrně k úbytku FFM o 0,2 kg. U 6 mužů došlo k úbytku FFM v rozmezí 0,5 – 2,9 kg a 5 mužům se zvýšilo FFM v rozmezí 0,1 – 3,9 kg. U žen došlo k průměrnému nárůstu FFM o 0,73 kg. U 2 žen došlo k poklesu v rozmezí 0,1 – 0,4 kg. U 1 ženy se hodnota FFM nezměnila a u 8 žen došlo k nárůstu FFM v rozmezí 0,1 – 3,3 kg.

Celková tělesná voda (CTV):

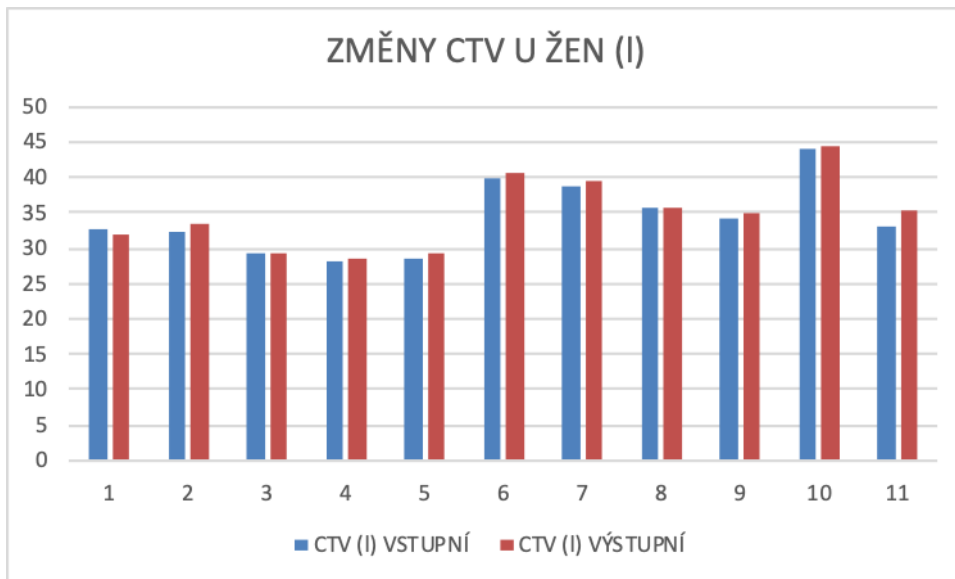
Graf 11: Změny celkové tělesné vody u mužů (l)



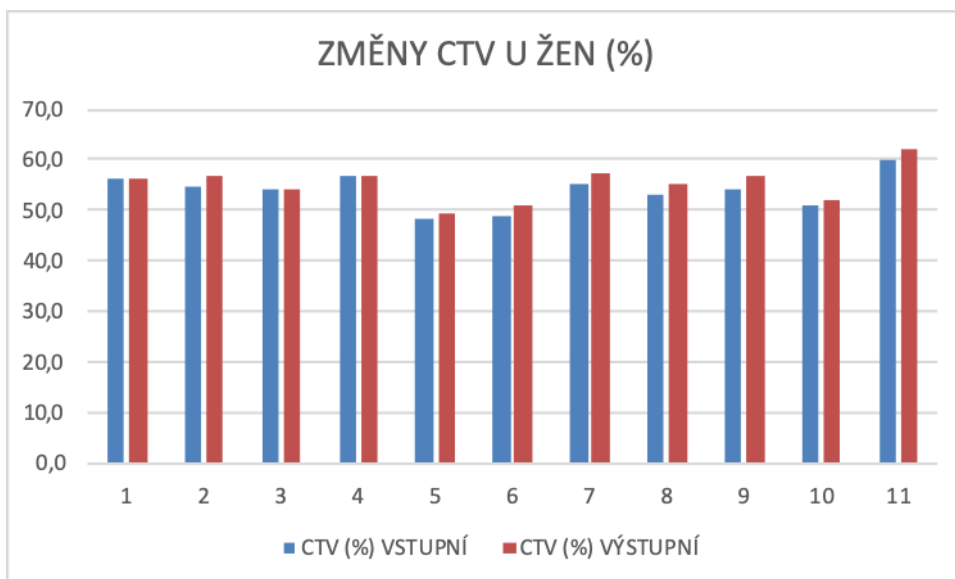
Graf 12: Změny celkové tělesné vody u mužů (%)



Graf 13: Změny celkové tělesné vody u žen (l)



Graf 14: Změny celkové tělesné vody u žen (%)



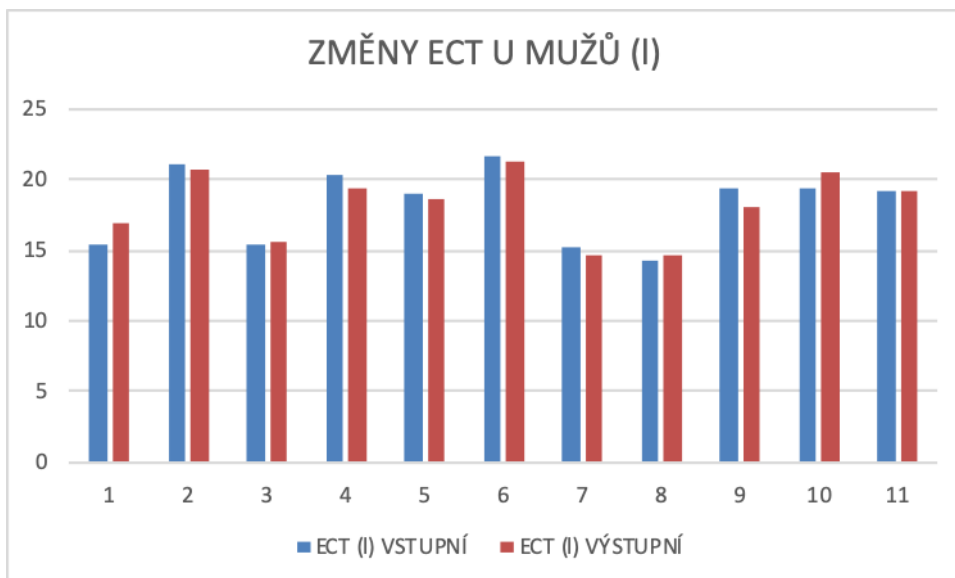
Zhodnocení výsledků grafů 11-14:

Vlivem pravidelného cvičení došlo ke zvýšení % celkové tělesné vody v průměru o 0,6 %. Celkem u 3 mužů došlo k úbytku CTV v rozmezí 0,2 – 1,0 % a u 8 mužů k nárůstu v rozmezí 0,2 – 2,1 %. Naopak došlo k celkovému poklesu CTV u mužů v litrech, a to v průměru o 0,1 l. U 7 mužů došlo k poklesu v rozmezí 0,1 – 2,3 l, a u 4 mužů k nárůstu v rozmezí 0,3 – 3,0 l.

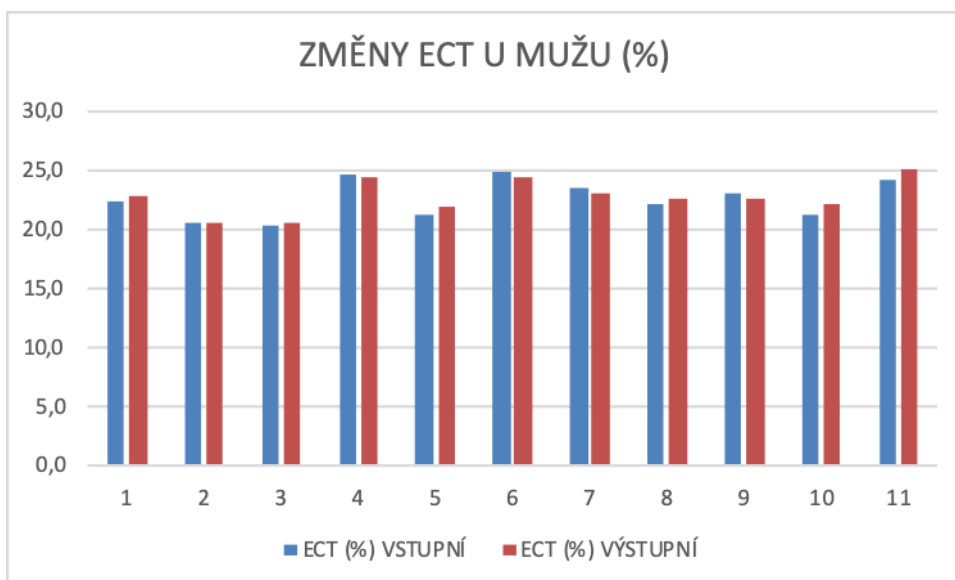
U žen došlo procentuálně ke zvýšení centrální tělesné vody v průměru o 1,3 %. U 2 žen došlo k poklesu CTV o 0,1 %, a u 9 žen k nárůstu v rozmezí 0,4 – 2,9 %. Celkově došlo u žen i ke zvýšení CTV v litrech, a to o 0,5 l. U 2 žen došlo k poklesu CTV o 0,2 a 0,8 litrů, a u 8 žen k nárůstu v rozmezí 0,1 – 2,4 l. U 1 ženy nedošlo ke změnám v CTV.

Extracelulární tekutina (ECT):

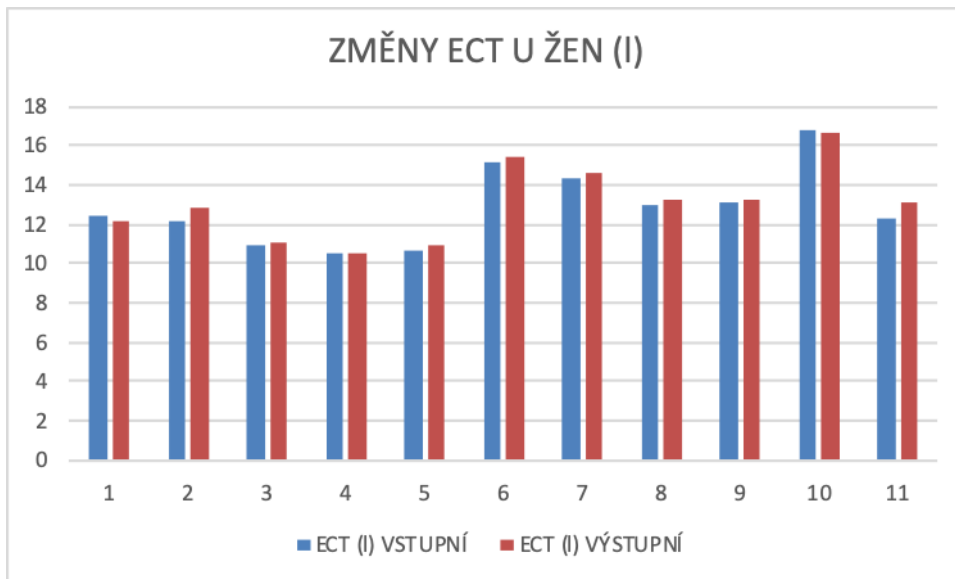
Graf 15: Změny Extracelulární tekutiny u mužů v (l)



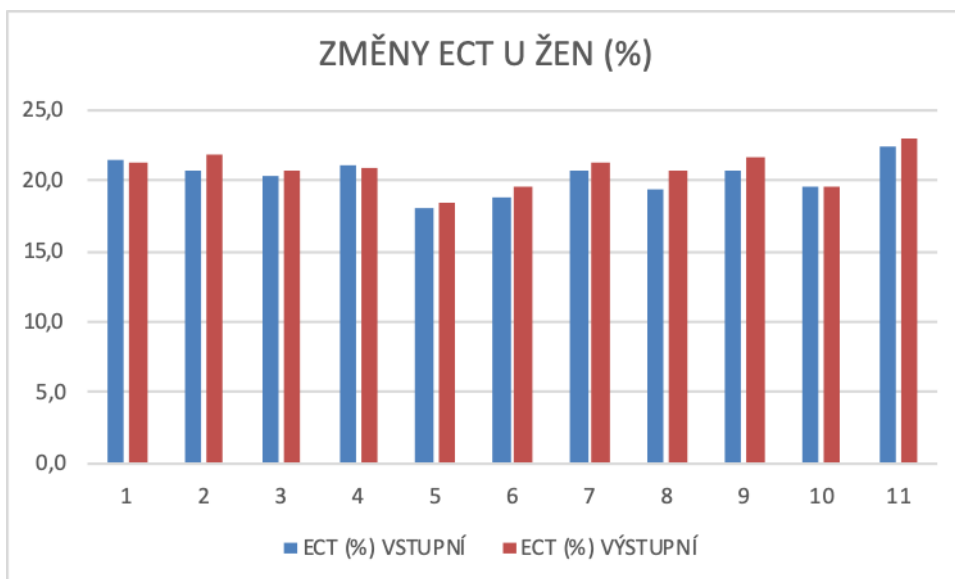
Graf 16: Změny Extracelulární tekutiny u mužů v (%)



Graf 17: Změny Extracelulární tekutiny u žen v (l)



Graf 18: Změny Extracelulární tekutiny u žen v (%)



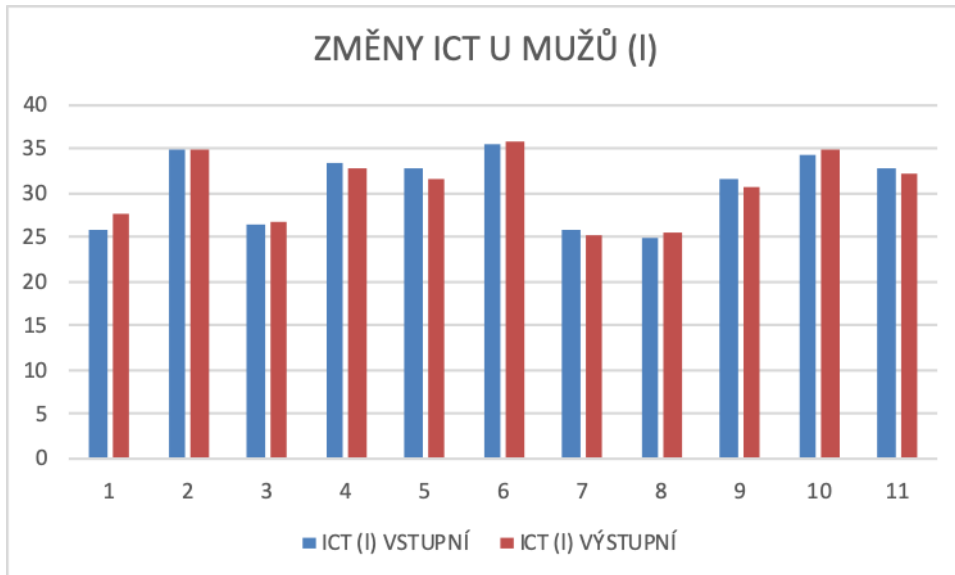
Zhodnocení výsledků grafů 15-18:

Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů ke zvýšení procenta extracelulární tekutiny o 0,1 %. U 5 mužů došlo ke snížení v rozmezí 0,1 – 0,6 % a u 6 mužů ke zvýšení v rozmezí 0,1 – 0,2 %. V litrech se u mužů snížil podíl ECT o 0,1 l. U 6 mužů se ECT snížilo v rozmezí 0,4 – 1,4 l a u 4 mužů se zvýšilo v rozmezí 0,1 – 1,4 l. U jednoho muže se hodnoty nezměnily.

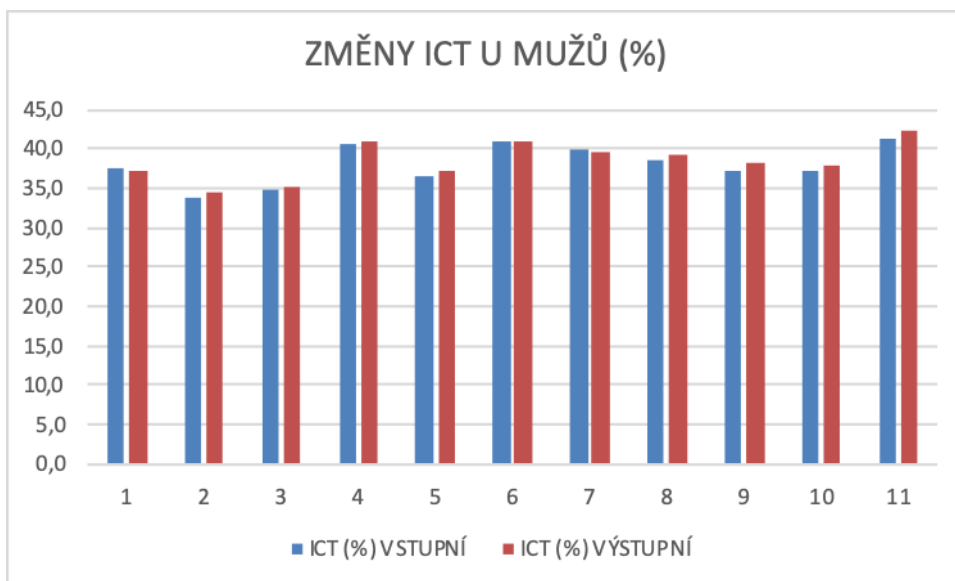
U žen se procentuálně zvýšil podíl ECT průměrně o 0,5 %. U 2 žen došlo k poklesu o 0,2 a 0,1 %, a u 8 žen došlo k nárůstu v rozmezí 0,3 – 1,3 %. Jedné ženě se stav ECT v procentech nezměnil. V litrech se u žen podíl ECT také zvýšil, a to o 0,2 l. U 2 žen došlo ke snížení o 0,1 a 0,4 l a u 8 žen k nárůstu v rozmezí 0,1 – 0,8 l. U jedné ženy ke změně nedošlo.

Intracelulární tekutina (ICT):

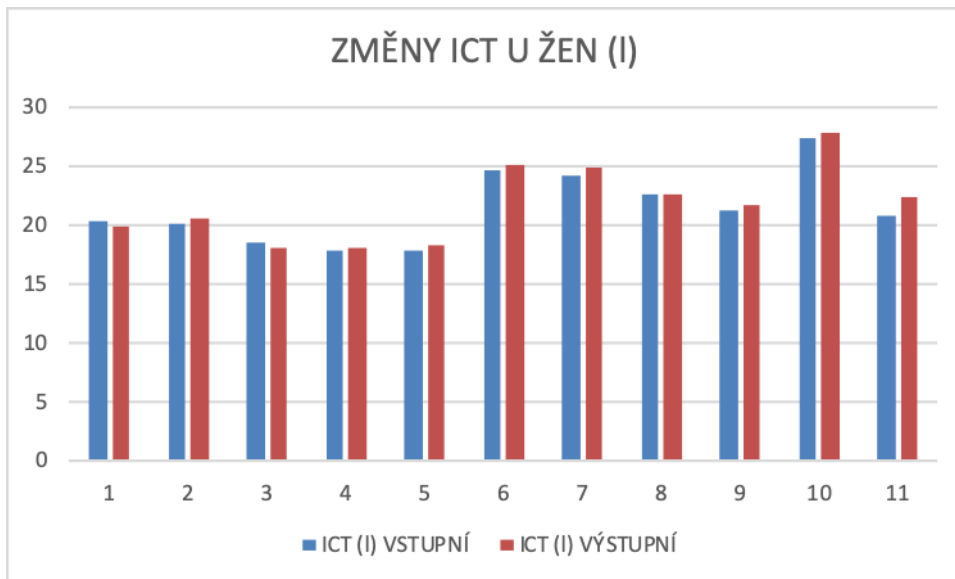
Graf 19: Změny intracelulární tekutiny u mužů (l)



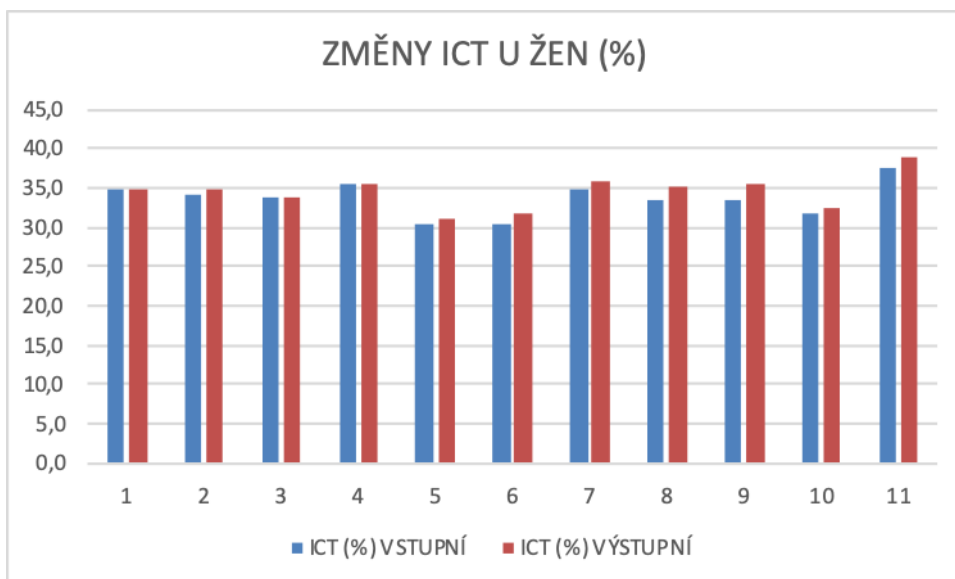
Graf 20: Změny intracelulární tekutiny u mužů (%)



Graf 21: Změny intracelulární tekutiny u žen (l)



Graf 22: Změny intracelulární tekutiny u žen (%)



Zhodnocení výsledků grafů 19-22:

Vlivem pravidelného cvičení došlo u mužů k nárůstu intracelulární tekutiny (ICT) v průměru o 0,5 %. U 2 mužů došlo k poklesu o 0,3 a 0,6 %, a u 9 mužů došlo k nárůstu v rozmezí 0,3 – 1,0 %. V litrech došlo u mužů v průměru k minimálním změnám v řádech setin, ale u 7 mužů došlo k poklesu v rozmezí 0,1 – 1,2 l a u 4 mužů k nárůstu v rozmezí 0,2 – 1,6 l.

U žen byly průměrné hodnoty vyšší. U žen došlo k nárůstu v průměru o 0,9 %. Pouze jedna žena měla pokles ICT o 0,1 %, a u 9 žen došlo k nárůstu v rozmezí 0,2 – 2,0 %. Jedné ženě se hodnoty v procentech nezměnily. V litrech se ženám ICT zvýšilo průměrně o 0,4 l. U 3 žen došlo k poklesu o 0,3 a 0,4 l, a u 8 žen došlo k nárůstu ICT v rozmezí 0,1 – 1,6 l. Jedna žena měla stejnou hodnotu v litrech.

6 DISKUZE

Cílem práce bylo zjistit, jaký bude mít vliv pravidelná pohybová aktivita po dobu tří měsíců na parametry tělesného složení u mužů a žen. Pro měření jsme zvolili neinvazivní metodu BIA (bioelektrické impedance) a hodnotili jsme tyto parametry: Celková tělesná hmotnost, BMI, WHR, tělesný tuk, hmotnost kosterního svalů, FFM, CTV, ECT, ICT, BMR, fázový úhel. V grafické podobě jsme zanechali pouze parametry, jejichž změna byla statisticky významná.

Parametry tělesného složení patří mezi jedny ze základních ukazatelů tělesného zdraví a stávají se velice populární nejen měření mládeže, ale i dospělých nebo skupin (Bunc a Dlouhá 1998). U sportovců se setkáváme s velkým zájmem o hodnocení tělesného složení, buď jako jednorázové zhodnocení tělesného složení, nebo jako motivátor pro redukci tuků, nebo nárůst svalové hmoty, které ovlivňujeme stravou a tréninkovým procesem (Vignerová a Bláha, 2001)

6.1. Antropometrické parametry

Vstupní měření podstoupilo 15 mužů a 15 žen. Výstupního měření se zúčastnilo pouze 11 mužů a 11 žen. Celkem tedy podstoupilo celý výzkum 22 probandů. Průměrný věk mužů činil $35,5 \pm 4,9$ let (v rozmezí 29-46 let). U žen jsme vypočítali průměrný věk $31,9 \pm 3,5$ let (v rozmezí 29-40 let). Krejčíková a Langmeier (2006) říkají, že období 25-45 let je tzv. období střední dospělosti a je charakteristické fyzickou, sociální i psychickou zralostí. Antropometrické parametry, ale i parametry tělesného složení jsou v našem případě různorodé, tzn., že jsme dali do úvahy i další faktory jako je věk, dědičnost, pohlaví, zdravotní stav nebo celkový životní styl. Hlavními sledovanými parametry byla tělesná výška, tělesná hmotnost a BMI. BMI nám počítalo InBody 770, které jsme kontrolovaly výpočtem pro výpočet BMI. Průměrná hodnota tělesné výšky u mužů byla $179,4 \pm 6,5$ cm v rozmezí 166,2 – 189,7 cm a u žen se průměrná hodnota objevovala na $166,8 \pm 5,5$ cm v rozmezí 159,5 – 180,4 cm. Průměrná hodnota tělesné hmotnosti u mužů před zahájením programu byla $81,1 \pm 11,5$ kg. Vlivem pravidelného cvičení se tělesná hmotnost snížila o 1 kg, tj. na $81,1 \pm 10,6$ kg. U žen se tělesná hmotnost před zahájením výzkumu pohybovala v průměru na $63,9 \pm 10,8$ kg. Po

závěrečném měření se hodnota snížila na průměrnou hodnotu $63,1 \pm 10,2$ kg. Změny tělesné hmotnosti se, jak u mužů ($p = 0,138$) tak i u žen ($p = 0,60$) prokázali, jako statisticky nevýznamné.

Mezi nejvyšší poklesy tělesné hmotnosti se řadí u mužů proband č. 5, který tělesnou hmotnost snížil o 4,5 kg. U žen se nejvyšší pokles tělesné hmotnosti objevil u probandky č. 8, a to o 2,8 kg. Mandelová, Hrnčířiková (2007); Stejskal (2004); Svačina, Bretšnajdrová (2008) uvádí, že bezpečné hubnutí se pohybuje na hranici 2,3 kg za jeden měsíc. Pokud bychom výzkum zjednodušili, mohli bychom využít pro zjištění zlepšení kvality života jen tělesnou hmotnost probandů a ze vzorce si vypočítat Body Mass Index (BMI). Malá a kol. (2009) říká, že BMI zjišťujeme ideální tělesnou hmotnost jedince, a dle tabulky určujeme, zda má jedinec podváhu, normální váhu, nadváhu nebo stupeň obezity I., II., nebo III. typu. Podle hodnocení WHO (2005) bylo 8 probandů s lehnou nadváhou a 14 probandů mělo normální váhu. U závěrečného měření se poměr upravil na 7 jedinců s nadváhou a 15 jedinců s normální váhou. Samotné zjišťování BMI se nedoporučuje u sportovců, jelikož poměr jejich svaloviny je vyšší, a tím i hodnoty BMI jsou vyšší. BMI nepočítá s větším poměrem tělesného tuku u žen než u mužů, nepočítá s přibývajícím tělesným tukem vzhledem k vyššímu věku a nepočítá ani s genetikou. Nejlepším možným řešením je samotné měření tělesných komponent (tělesného tuku a tukuprosté hmoty). Měření složení těla je nejvhodnější variantou pro zjišťování jednotlivých parametrů, které získáme bioelektrickou impedancí (BIA). My jsme využili zařízení InBody 770.

6.2 Parametry tělesného složení

Hlavním tělesným parametrem u měření přístrojem typu bioelektrické impedance je voda (CTV). Ta je nejlépe rozlišitelná svojí elektrickou vodivostí. Rokyta a kol. (2000) uvádí, že množství vody v lidském organismu, je závislé na pohlaví jedince, věku a stavu či množství svalové hmoty. Během pohybového programu došlo k nárůstu CTV jak u mužů, tak u žen. Průměrná hodnota u mužů před zahájením programu byla $60,5 \pm 3,8$ % a po skončení programu byla $61,1 \pm 3,7$ %, což je průměrný nárůst o 0,60 % (0,1 litru) a výsledek můžeme považovat za statisticky významný (viz. tabulka č. 7). U žen byl výsledek vyšší. Průměrná hodnota CTV před zahájením byla $53,9 \pm 3,2$ % ($34,2 \pm 4,8$ l) a po skončení programu byla průměrná

hodnota $55,2 \pm 4,8 \%$ ($34,7 \pm 4,8$ l). Rozdílem bylo zvýšení CTV u žen v průměru o $1,36 \%$ (0,51 litru) a výsledek je statisticky významný (viz. tabulka č. 8). Největší zvýšení CTV jsme zaznamenali u probantky č. 9, která měla nárůst CTV o $2,9 \%$ tj. 0,6 l. Její celková tělesná hmotnost se snížila o 2,2 kg, tělesný tuk se snížil o $4,2 \%$ (3,2 kg) a hmotnost kosterního svalstva se zvýšila o 0,6 kg.

Je jasné, že množství celkové tělesné vody je u každého jedince individuální a záleží zde na mnoha faktorech. Pro objektivní hodnocení je nutné dodržet určité podmínky měření (viz. kapitola 4.3.5 Podmínky měření). Srovnání můžeme posoudit podle Knoškové (2009), která ve své diplomové práci popisuje soubor sportující populace žen s průměrnými hodnotami $34,58 \pm 3,35$ l. Měření provedla na přístroji BIA Inbody 3,0

Při měření tekutin v těle jsme pomocí InBody 770 měřili zvlášť extracelulární tekutinu (ECT) i intracelulární tekutinu (ICT). U mužů nedošlo k tak výrazným změnám jako u žen. Muži měli před zahájením pohybového programu průměrné hodnoty ECT $22,5 \pm 1,6 \%$ ($18,2 \pm 2,5$ l) a průměrné hodnoty ICT $38,0 \pm 2,3 \%$ ($30,7 \pm 3,9$ l). u výstupního měření byly hodnoty ECT $22,6 \pm 1,4 \%$ ($18,1 \pm 2,3$ l) a hodnoty ICT $38,5 \pm 2,3 \%$ ($30,7 \pm 3,7$). Rozdíly ECT u mužů před a po skončení pohybového programu byly u ECT $+0,2 \%$ a u ICT $+0,4 \%$. Statisticky významné byly pouze změny ICT (%). U žen byly změny výraznější. Před zahájením programu byly u žen průměrné hodnoty ECT $20,3 \pm 1,2 \%$ ($12,9 \pm 1,9$ l) a průměrné hodnoty ICT $33,6 \pm 2,1 \%$ ($21,3 \pm 2,9$ l). Po skončení programu byly průměrné hodnoty ECT $20,8 \pm 1,2 \%$ ($13,1 \pm 1,8$ l) a průměrné hodnoty ICT $34,5 \pm 2,2 \%$ ($21,7 \pm 3,0$ l). Rozdíly mezi vstupním a výstupním měřením byly u ECT $+0,52 \%$ a u ICT $+0,88 \%$. Změny ECT i ICT byly u žen jak v procentech, tak v litrech statisticky významné. Pro srovnání Skorocká et al. (2003) zmiňuje ve své studii u probandek, které pravidelně sportovali 3x týdně hodnoty ECT 11,6 litru a ICT 23,95 l. Gába a kol. (2009) říká, že celková tělesná voda je základní komponentou pro měření na přístrojích zakládajících se na bioelektrické impedanci (BIA). Mezi nejznámější patří Tanita a InBody. Skorocká et al. (2003) se ve své publikaci zmiňuje o vhodnosti sledovat sportovce na přístrojích pracujících na bioelektrické impedanci, které umí CTV rozdělit do jednotlivých segmentů těla tzn. jednotlivé končetiny a trup. Sportovec tak má přehled o přetěžovaných segmentech z důvodu nestejně zátěže a může se tak vyvarovat svalovým dysbalancím, které jsou s jednotlivými sporty spojeny. Námí zvolený přístroj

InBody 770 umí určit jednotlivé parametry tělesného složení i na jednotlivých segmentech těla, ale pro samotný výzkum jsme podrobnou analýzu nevyužili.

Tuk je jednou nejsledovanější tělesnou komponentou, jak u běžné populace, tak hlavně u sportovců. Willmore, Costill (2004) říká, že množství tuku je pro sportovce důležitým parametrem, protože jeho množství je závislé na pohybovém výkonu tzn., že pokud je tuku více, výkon klesá. Tuk je nejlépe ovlivnitelnou komponentou, pokud je adekvátní strava a pravidelný pohyb. Jeho větší množství má negativní dopad na zdraví a je častým spouštěčem civilizačních onemocnění jako je cukrovka nebo infarkt (Pařízková, 1998). U souboru mužů byla průměrná hodnota tělesného tuku před zahájením programu $17,3 \pm 5,1 \%$ ($14,2 \pm 5,6$ kg). Po 3 měsíčním programu se tělesný tuk zredukoval o $0,8 \%$ ($0,8$ kg) na průměrných $16,5 \pm 5,1 \%$ ($13,4 \pm 5,3$ kg). U soboru žen byly změny zase o něco výraznější. Průměrná hodnota tělesného tuku u žen byla před zahájením programu $26,3 \pm 4,5 \%$ ($17,1 \pm 5,2$ kg). Výstupní měření ukázalo průměrnou hodnotu tělesného tuku $24,4 \pm 4,5 \%$ ($15,6 \pm 4,7$ kg). Rozdílem mezi vstupní a výstupní hodnotou bylo snížení o $1,92 \%$ ($1,49$ kg). Hodnoty změn tělesného tuku u mužů i u žen byly v rozmezí statistické významnosti ($p < 0,05$). Dle Riegerové et al. (2006) se mužská průměrná hodnota tělesného tuku řadí vzhledem k průměrnému věku 35,5 roků mezi střední hodnotu (průměrnou). U žen se vzhledem k průměrnému věku 31,9 let řadí průměrná hodnota tělesného tuku po skončení programu mezi podprůměrnou až průměrnou ($20-28 \%$), viz tabulka č. 2. Dyrková (2015) ve své bakalářské práci popisuje změny tělesných parametrů u mužů a žen v rámci tříměsíčního pohybového programu. U mužů byl úbytek tělesného tuku výrazně vyšší ($3,94 \pm 4,37 \%$). U žen byl úbytek tělesného tuku $1,56 \pm 2,27 \%$ což je srovnatelné s naším výzkumem. Heydari et al. (2012) ve svém tříměsíčním programu udává pokles tělesného tuku o $2-6,6 \%$. Kessler et al. (2012) prováděli studii, ve které došli k závěru, že k většímu úbytku tělesného tuku je potřeba aspoň tříměsíční pohybový program využívající metodu HIIT.

Heyward (1996) říká, že tukuprostá hmota (FFM) zahrnuje komponenty, které nejsou tvořeny tukovou tkání (svaly, kosti, orgány, kůže). Soubor mužů měl průměrnou hodnotu FFM před zahájením programu $66,9 \pm 8,7$ kg. Na konci programu došlo k poklesu FFM na $66,7 \pm 8,2$ kg. Zároveň, ale nedošlo ke snížení hmotnosti kosterního svalstva, to naopak mírně vzrostlo z původních $38,0 \pm 5,1$ kg na $38,1 \pm 4,8$ kg. U žen došlo naopak k nárůstu FFM a to z $46,8 \pm 6,4$ kg na $47,5 \pm 6,6$ kg. U žen došlo tedy ke

zvýšení FFM o 0,73 kg. Zároveň i hmotnost kosterního svalstva vzrostla z $25,9 \pm 3,8$ kg na $26,3 \pm 3,9$ kg. Změny FFM byly jak u mužů, tak i u žen hodnoceny jako statisticky významné ($p < 0,05$). Willis et al. (2006) ve své studii porovnával, jaký bude mít efekt silový trénink oproti aerobní cvičení. Výsledkem bylo, že u silového tréninku došlo k nárůstu svalové hmoty, ale zároveň nedošlo ke snižování tělesného tuku. U aerobního cvičení naopak došlo k efektivní redukci tukové tkáně, ale množství tukuprosté hmoty se nezměnil. Dle Lukaski et al. (1985) se metoda bioelektrická impedance potýká s problémem predikčních rovnic a hydratace. Metoda využívá hodnotu průměrné hydratace 73,2 %, se kterou vypočítává množství tukuprosté hmoty ze vzorce ($CTV * 0,732^{-1}$). Chumlea a Guo (1994); Bunc (2001) říkají, že skutečná naměřená hodnota hydratace FFM je v rozmezí 61-82 %. V období středního věku dochází k úbytku FFM vzhledem k stárnutí cca o 3 kg/10 let u zdravé nesportující populace. Vlivem aktivního životního stylu a pohybovou aktivitou určité intenzity je možné FFM udržet s přibývajícím věkem, nebo dokonce zvyšovat (Heyward, 1996).

7 ZÁVĚRY

Hlavním úkolem diplomové práce bylo určit, zda je možné pomocí pravidelné pohybové aktivity ovlivnit hodnoty antropometrických parametrů a parametry tělesného složení. Soubor tvořilo 11 mužů a 11 žen.

Námi uvedené výsledky potvrzují hypotézu, že pomocí pohybového programu s prvky HIIT je možné ovlivnit jak antropometrické parametry (tělesná hmotnost, WHR) tak i parametry tělesného složení (tělesný tuk, tukuprostou hmotu, celkovou tělesno vodu, extracelulární a intracelulární tekutinu).

Před zhodnocením výsledků musíme uvést, že soubor ovlivňovala celá řada faktorů (zdravotní stav, věk, vstupní hmotnost a stav organismu, genetika).

Během programu jsme nevyužívali žádných dietologických programů a samotný program nebyl primárně určen k redukci hmotnosti, i přes to došlo ke snížení hmotnosti u 7 mužů a 7 žen. U jednotlivých parametrů jsme hodnotily změny podle párového t-testu na statisticky významné a pomocí cohenovo-d věcné významnosti. Změny parametrů, které byly statisticky významné jsme graficky znázornili v kapitole 5.2. Žádný z parametrů nespadal do hodnocení věcné významnosti. Za nejvíce limitující považujeme velikost souboru. Soubor tvořilo celkem 22 probandů, což nemůžeme aplikovat na celkovou populaci, ale pouze na námi uvedený soubor.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- ALKAHTANI, Shaea A, Neil A KING, Andrew P HILLS a Nuala M BYRNE. Effect of interval training intensity on fat oxidation, blood lactate and the rate of perceived exertion in obese men. SpringerPlus [online]. 2013, 2(1), 532- [cit.2017-03-03]. DOI: 10.1186/2193-1801-2-532. ISSN 2193-1801. Dostupné z: <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-2-532>
- BLÁHA, Pavel. a kol. Percentilový graf tělesné výšky. Praha: SZÚ 1994
- Body mass index – BMI. Získáno 1. červen 2019, z <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
- BUNC, Václav. Prediction equations for determination of body composition by bioimpedance method in children. Med.Sport Sci. 2001, vol. 44, s. 46-52.
- BUNC, Václav a Renáta DLOUHÁ. Možnosti stanovení tělesného složení bioimpedanční metodou u netrénovaných a trénovaných jedinců. Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca. 1998, roč. 7, č. 3., s. 89. ISSN 1210-5481.
- DEUREMBERG, Paul, SHOUTEN, Frans. J. M. Loss of total body water and extracellular water assessed by multifrequency impedance. Eur. J. Clin. Nutr., 4, 1992, 274-255.
- DLOUHÁ, Renáta. Výživa a složení těla. In. HAVLÍČKOVÁ, L. a kol.: Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 203 s. ISBN 80-7184-875-1.
- Dovalil, Josef, a kol. Výkon a trénink ve sportu. 1. vyd. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5
- DOVALIL, Josef. Výkon a trénink ve sportu. 3. vyd. Praha: Olympia, 2009, 331 s. ISBN 9788073761301.
- DRINKWATER, B. L. (2000). Women in Sport, The Encyclopaedia of Sports Medicine. Oxford: Blackwell Science.
- DURNIN, J. V., and WOMERSLEY, J. (1974). Body fat assessed from the total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481

men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.

- DYRCOVÁ, Martina. Vliv tříměsíčního redukčního pohybového programu s pohybovou aktivitou na složení těla a změnu hmotnosti. Praha, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta. Vedoucí bakalářské práce MUDr. Martin Matoulek, Ph.D.
- GÁBA, Aleš, Jarmila RIEGEROVÁ a Miroslava PŘIDALOVÁ. Hodnocení tělesného složení u seniorek – studentek U3V pomocí InBody 720. *Česká antropologie*. 2009, roč. 59, č. 1–2, s. 25–28. ISSN 1804-1876.
- GIBALA, Martin J., Jonathan P. LITTLE, Maureen J. MACDONALD a John A. HAWLEY. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology* [online]. 2012, 590(5), 1077-1084 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.1113/jphysiol.2011.224725. ISSN 00223751. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2011.224725>
- GRASGRUBER, Pavel, Jan CACEK. *Sportovní geny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, ISBN 978-80-251-1873-3.
- HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže I: obecná část*. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 203 s. ISBN 8071848751.
- HEYDARI, M., J. FREUND a S. H. BOUTCHER. The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *Journal of Obesity* [online]. 2012, 2012, 1-8 [cit. 2019-09-03]. DOI: 10.1155/2012/480467. ISSN 2090-0708. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/job/2012/480467>
- HEYWARD, Vivian H. a Dale R. WAGNER. *Applied body composition assessment*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 2004, xi, 268 s. ISBN 0736046305.
- CHUMLEA, W. Cameron. a Shumei S. GUO. Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. *Nutr. Rev.*, 52, 1994, 123-131
- CHYTRÁČKOVÁ, Jitka. *Somatické předpoklady motoriky*. Přednáška pro kreditní kurz PDS UK FTVS, 2002
- KESSLER, Holly S., Susan B. SISSON a Kevin R. SHORT. The Potential for High-Intensity Interval Training to Reduce Cardiometabolic Disease Risk. *Sports Medicine* [online]. 2012, 42(6), 489-509 [cit. 2017-03-03]. DOI:

10.2165/11630910-000000000-00000. ISSN 0112-1642. Dostupné z:
<http://link.springer.com/10.2165/11630910-000000000-00000>

- KESSLER, Holly S., Susan B. SISSON a Kevin R. SHORT. The Potential for High-Intensity Interval Training to Reduce Cardiometabolic Disease Risk. *Sports Medicine* [online]. 2012, 42(6), 489-509 [cit. 2019-09-04]. DOI: 10.2165/11630910-000000000-00000. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.2165/11630910-000000000-00000>
- KNOŠKOVÁ, Lucie. Rozdíl tělesného složení u sportovců aběžné populace. Praha 2009. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Lucie Malá.
- KOPECKÝ, M. Somatologie. Dotisk 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-2271-8.
- KUSHNER, R. F. Bioelektrical Impedance Analysis: A Review of Principles and Applications, *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 11, No. 2, 1992, s. 199-209.
- LAURSEN, Paul B. a David G. JENKINS. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine* [online]. 2002, 32(1), 53-73 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.2165/00007256-200232010-00003. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200232010-00003>
- LAURSEN, Paul B. a David G. JENKINS. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine* [online]. 2002, 32(1), 53-73 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.2165/00007256-200232010-00003. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200232010-00003>
- LOHMAN, Timothy. G. *Advances in Body Composition Assessment*. Human Kinetics, Champaign, 1992
- LUKASKI, H. C., JOHNSON, P. E., BOLONCHUK, W. W., LYKEN, G. I. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1985, 41: 810-817
- MANDELOVÁ, Lucie a Iva HRNČIŘÍKOVÁ. *Základy výživy ve sportu*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2007, 72 s. ISBN 9788021042810.
- MUSA, Danladi I, Samuel A ADENIRAN, A U DIKKO a Stephen P SAYERS. The Effect of a High-Intensity Interval Training Program on High-Density Lipoprotein Cholesterol in Young Men. *Journal of Strength and Conditioning*

Research [online]. 2009, **23**(2), 587-592 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318198fd28. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00124278-200903000-00030>

- NYBO, LARS, EMIL SUNDSTRUP, MARKUS D. JAKOBSEN, et al. High-Intensity Training versus Traditional Exercise Interventions for Promoting Health. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2010, **42**(10), 1951-1958 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181d99203. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-201010000-00019>
- PAŘÍZKOVÁ, Jana. *Body fat and physical fitness: body composition and lipid metabolism in different regimes of physical activity*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1977, 279 p. ISBN 9024719259.
- PAŘÍZKOVÁ, Jana. *Rozvoj aktivní hmoty a tuku u dětí a mládeže*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962, 134 s. Thomayerova sbírka přednášek a rozprav z oboru lékařského, sv. 413.
- PAŘÍZKOVÁ, Jana. *Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi*. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*. 1998, roč. 7, č. 1., s. 16. ISSN 1210-5481.
- PETRÁSEK, Richard. *Metody stanovení tělesného složení. Pomocné texty k přednášce*, Praha: PřF UK, 2002.
- RIEGEROVÁ, Jarmila, Miroslava ULBRICHOVÁ: *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. Olomouc. Vydavatelství University Palackého v Olomouci, 1998
- RIEGEROVÁ, Jarmila, Miroslava PŘIDALOVÁ a Marie ULBRICHOVÁ. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006, 262 s. ISBN 8085783525.
- SKOROCKÁ, Iva, Václav BUNC a Ivana KINKOROVÁ. *Určení distribuce tělesných tekutin přístrojem In Body 3.0*. *Česká Kinantropologie*, 2004
- SPIRDUSO, Waneen Wyrick. *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics, c1995, xiii, 432 p. ISBN 0873223233.

- STEJSKAL, Pavel. Proč a jak se zdravě hýbat. Vyd. 1. Břeclav: Presstempus, 2004, 125 s. ISBN 8090335020.
- SVAČINA, Štěpán a Alena BRETŠNAJDROVÁ. Jak na obezitu a její komplikace. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 139 s. Doktor radí. ISBN 9788024723952.
- TABATA, IZUMI, KOUJI NISHIMURA, MOTOKI KOUZAKI, YUUSUKE HIRAI, FUTOSHI OGITA, MOTOHIKO MIYACHI a KAORU YAMAMOTO. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_{2max}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 1996, **28**(10), 1327-1330 [cit. 2017-03-03]. DOI: 10.1097/00005768-199610000-00018. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-199610000-00018>
- VIGNEROVÁ, Jana a Pavel BLÁHA. Sledování růstu českých dětí a dospívajících: norma, vyhublost, obezita. 1. vyd. Praha: Státní zdravotní ústav, 2001, 173 s., grafy, tab. ISBN 8070711736.
- VILIKUS, Zdeněk. Výživa sportovců a sportovní výkon. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2012, 177 s. ISBN 9788024620640.
- WILLIS Leslie H. a kol. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of Applied Physiology*, 2012 Vol. 113 no. 12, 1831-1837
- ZVONARĚ, Martin, Igor DUVAČ. Antropomotorika: pro magisterský program tělesná výchova a sport. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-020-5380-9.

9 Přílohy

Seznam příloh:

- Příloha 1: Žádost Etické komise
- Příloha 2: Vzor informovaného souhlasu
- Příloha 3: Vstupní protokol InBody 770
- Příloha 4: Přístroj InBody 770
- Příloha 5: Digitální výškoměr
- Příloha 6: Vzor cvičební jednotky

