



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

Pedagogická fakulta

Katedra biologie

Diplomová práce

**Vliv otužování na BMI index,  
resp. prevalenci obezity vybraného  
vzorku populace**

Bc. Marie Ostrá

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Ditrich, PH.D.

České Budějovice, 2019

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji RNDr. Tomáš Ditrich, PH.D. za pomoc, vstřícnost, cenné připomínky a odborné vedení po celou dobu. Dále děkuji studentům PF za ochotu a spolupráci při výzkumu.

## **ABSTRAKT**

**Ostrá M., 2019: Vliv otužování na BMI index, resp. prevalenci obezity vybraného vzorku populace.** Diplomová práce. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity. České Budějovice. 44s.

Diplomová práce se opírá o recentní důkazy přítomnosti a funkčnosti hnědé tukové tkáně (Brown Adipose Tissue, BAT) u lidí, které přinesly zvýšený zájem o netřesovou termogenezi a roli BAT při metabolismu. Protože BAT je obecně aktivována chladovou expozicí, nabízí se otázka vztahu mezi množstvím tělesného tuku, resp. BMI indexem a pravidelnou chladovou expozicí. Výzkumu otužování (studenou sprchou několikrát týdně po dobu tří měsíců) se zúčastnilo celkem 49 probandů ve věkovém rozmezí 19 – 25 let. Všichni byli změřeni před a po otužování na přístroji Bodystat, kde bylo zjištěno procento tělesného tuku, procento aktivní tělesné hmoty (ATH), procento beztukové tělesné hmoty, procento tělesné vody, BMI a WHR index. Následně byly zjištěné charakteristiky porovnány a vyhodnoceny. Důležitým výsledkem je rozdíl v procentech tělesného tuku, kde v důsledku otužování a předpokládané aktivace BAT došlo k statisticky významné redukci tělesného tuku u experimentální skupiny žen. Lze konstatovat, že otužování může mít významný potenciál v boji proti obezitě.

**Klíčová slova:** otužování, hnědá tuková tkáň, netřesová termogeneze, BMI index, obezita.

## **ABSTRACT**

**Ostrá M., 2019: An influence of cold showers on BMI or obesity prevalence in a population sample.** Diploma thesis. Faculty of Education, University of South Bohemia in Ceske Budejovice. 44s.

The thesis is based on recent evidence of the presence and functionality of brown adipose tissue (in human body) which have brought increased interest in non-shivering thermogenesis and the role of BAT in metabolism. Since BAT is generally activated by cold exposure, there is a question of the relationship between the amount of body fat in human body (BMI index) and regular cold exposure. The study (cold showers several times a week for three months) was attended by a total of 49 probands in the age range of 19 - 25 years. They were all measured before and after cold showers on a Bodystat device where body fat percentage, the percentage of active body mass (ATH), the percentage of lean body mass, the percentage of body water, the BMI and the WHR index were found. Subsequently, the identified characteristics were compared and evaluated. An important result is the difference in body fat percentage where, due to the cold showers and anticipated activation of BAT, there was a statistically significant reduction in body fat in the experimental group of women. It can be stated that cold showers can have significant potential in the fight against obesity.

Key words: cold showers, brown adipose tissue, non-shivering thermogenesis, BMI index, obesity.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>OTUŽOVÁNÍ</b> .....	<b>2</b>
2.1.1	Historie otužování.....	2
2.1.2	Způsoby otužování.....	2
2.1.2.1	Otužování vodou .....	3
2.1.2.2	Otužování vzduchem.....	4
2.1.2.3	Saunování.....	5
2.1.2.4	Kryoterapie.....	6
2.1.3	Zásady při otužování.....	7
2.1.4	Vliv otužování na fyzický stav člověka .....	8
<b>2.2</b>	<b>REAKCE ORGANISMU PŘI OTUŽOVÁNÍ</b> .....	<b>9</b>
2.2.1	Změny tělesné teploty při pobytu v chladné vodě .....	9
2.2.2	Chladová adaptace .....	10
<b>2.3</b>	<b>TUKOVÁ TKÁŇ</b> .....	<b>11</b>
2.3.1	Aktivace BAT chladovou expozicí .....	13
<b>2.4</b>	<b>OBEZITA</b> .....	<b>17</b>
2.4.1	Metody měření tělesného složení.....	18
<b>2.5</b>	<b>Možnost aktivace BAT pokojovou teplotou</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>METODIKA</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Popis sledovaného souboru</b> .....	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Charakteristika souboru</b> .....	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Realizace měření</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Statistické hodnocení dat</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>DISKUZE</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM LITERATURY</b> .....	<b>41</b>

# 1 ÚVOD

Otužování a jeho účinky na lidský organismus jsou dlouhodobě objektem vědeckého zájmu. Otužováním se rozumí činnost, jejímž výsledkem je schopnost organismu správně a pohotově reagovat na klimatické změny vnějšího prostředí. Opakovaným vystavováním vnějšího stresoru v podobě snížené teploty se tělo začne adaptovat na chlad. Vliv snížené teploty na lidský organismus přitom možná hraje důležitější úlohu, než se donedávna myslelo. Snížená teplota totiž vede k aktivaci tzv. hnědého tuku (Brown Adipose Tissue, BAT), o kterém se dříve myslelo, že se vyskytuje především u novorozenců a poté jeho množství postupně klesá, až zcela vymizí. Novodobé studie však prokázaly přítomnost hnědého tuku i u dospělých. Jeho hlavní funkcí v těle je produkce tepla (termogeneze).

Při termogenezi dochází k výraznému výdeji energie. Mohlo by tedy chladovou expozicí dojít ke snížení množství podkožního tuku v těle na základě aktivace BAT? S nadváhou a obezitou bojuje v dnešní době snad každý druhý člověk. Ve většině případů si za tento boj můžeme sami. Obezita je totiž výsledkem nepoměru příjmu a výdeje energie. Co se týče výběru potravin a dostupnosti jídla máme v současnosti dostatek až nadbytek. Tento vysoký standard se ovšem netýká jen potravin.

Všechny veřejné budovy – obchody, školy, úřady apod. jsou přetopené a náš organismus si na tento luxus snadno zvykne. Poté, když je naše tělo vystaveno chladnějším venkovním teplotám, snadno onemocní. O otužování by měli mít zájem nejen pedagogové, ale i jednotlivci, kteří chtějí být zdraví, jak po fyzické, tak i po psychické stránce.

Tato diplomová práce má za cíl zjistit, jestli otužování mění základní tělesné charakteristiky, resp. tělesné složení dobrovolných účastníků výzkumu. Konkrétně bude zhodnocen vliv otužování na Body mass index (BMI) -index, který je založen na poměru tělesné výšky a hmotnosti. Pro zjištění co možná nejpřesnějšího stavu složení těla probandů bude zhodnoceno i množství tuku i jejich dalších tělesných charakteristik.

## **2 LITERÁRNÍ PŘEHLED**

### **2.1 OTUŽOVÁNÍ**

#### **2.1.1 HISTORIE OTUŽOVÁNÍ**

Otužování není novodobou záležitostí, je staré jako lidstvo samo. Člověk se dříve otužoval převážně kvůli tomu, že se musel přizpůsobovat podmínkám, ve kterých žil, aby vůbec přežil, to se nazývá pasivní otužování. Aktivně se začal člověk otužovat, když zjistil, jaké výhody mu může otužování přinést - například zvyšování fyzické odolnosti (Zeman, 2006).

Ze starověku je znám především Sokrates, který se otužoval formou chození na boso. Mezi významné představitele otužování pocházející z doby nepřiliš dávné patří především Sebastian Kneipp. Jeho metoda spočívala v nepřetržitém otužování studenou vodou v přírodě. Podle něj pojmenovaný termín „*knajpování*“ je dodnes používaný jako brouzdání ve studené vodě, nebo alespoň v ranní rose. Mezi další průkopníky otužování patří Vincenz Priessnitz, lidový léčitel pocházející z Moravy. Byl to zakladatel moderního způsobu vodoléčby a založil také léčebný ústav v lázních Jeseník. K.Chodounský a L.Syllaba byli čeští lékaři zabývající se významem otužování pro prevenci tzv. chorob z nachlazení. K. Chodounský vydal v roce 1906 knihu „Nastuzení a choroby z nastuzení“ a L. Syllaba v roce 1921 vydal knihu „Nastuzení a význam otužování“. Průkopníkem sportovního otužování formou plavání ve studené vodě byl Alfréd Nikodém, který v roce 1923 poprvé plaval veřejně v zimě přes Vltavu. Založil také klub otužilců. Dalším následníkem byl jeho žák Oldřich Liška. Otužování se dostalo do podvědomí lidí nejmarkantněji po 2. světové válce v roce 1968, kdy se otužování stalo součástí svazu plaveckých sportů bývalého ČSTV (Zeman, 2006).

#### **2.1.2 ZPŮSOBY OTUŽOVÁNÍ**

Organismus lze otužovat několika způsoby. V zásadě lze otužování rozdělit na rekreační a sportovní. Oba dva typy si kladou odborný cíl - posílit obranyschopnost organismu (Komárek, 2000). V České republice se pro sportovní otužování používá pojem tzv. zimní plavání, které je registrováno mezinárodní plaveckou federací FINA. Jako sportovní otužování je označováno plavání ve studené vodě pod 10 °C za každého počasí. Je vhodné jako doplňková činnost pro různé sportovní disciplíny například



horolezectví, potápění, dálkové plavání, zimní turistiku, lyžování apod. Jako rekreační otužování je bráno sprchování ve studené vodě, saunování či sportování v přírodě po celý rok v lehkém oblečení. Je důležité zmínit, že rekreačně se může otužovat každý zdravý člověk starší 17 let (Šváblová, 2013).

Výsledkem otužování je schopnost organismu dobře a pohotově reagovat na klimatické změny zevního prostředí (Zeman, 2006). Při otužování dochází k postupnému zvyšování celkové zdatnosti člověka a tím i k posilování tělesného a psychického zdraví. V první fázi otužování dochází k zblednutí pokožky a objeví se tzv. husí kůže a celkový pocit chladu. Při druhé fázi pokožka zčervená a dostaví se pocit tepla, což může být velmi příjemné. Jestliže působí chlad na tělo příliš dlouho, dochází k třetí fázi, kdy kůže opět zbledne, sliznice jsou promodralé a objevuje se silný pocit chladu a třes. Při správném otužování by k této třetí fázi nemělo dojít (Tintěra & Kvapilík, 1985).

#### **2.1.2.1 OTUŽOVÁNÍ VODOU**

Prvním způsobem je otužování studenou vodou, které je neúčinnější, už s ohledem na fakt, že voda odvádí teplo od těla rychleji než vzduch. U tohoto typu otužování je nejdůležitější posloupnost a dlouhodobost. Pro začátečníky se doporučuje začít jednotlivé části těla omývat zvláště a to studenou mokrou žínkou nebo ručníkem. Po adaptaci těla se může přejít na další fázi a tou je polévání studenou vodou nebo samotné sprchování (Komárek, 2000). Tintěra & Kvapilík (1985) spatřují výhodu ve sprchování v tom, že se dá teplota vody, doba působení i vydatnost účinku dobře regulovat. Popřípadě je možné aplikovat studenou koupel v potoce, řece či moři. Největší chybou je napustit vanu studenou vodou, která neumožňuje pohyb, a proto tělo prochladne nežádoucím způsobem. Pro začátek se doporučuje praktikovat omývání po dobu 3 – 4 minut. Pro pokročilejší otužilce může sprchování nebo polévání trvat 1 – 2 minuty. Při koupání ve venkovním prostředí nelze jednoznačně určit dobu strávenou ve vodě. Vždy záleží na více faktorech, například na teplotě vzduchu, teplotě okolí, teplotě vody a povětrnostním podmínkám. Všechny tyto faktory je důležité znát před vstupem do vodního prostředí (Komárek, 2000).

Máček a kol.(2011) uvádějí, že pro začínající otužilce by teplota vody měla být v podstatě příjemná. Obecně se nedoporučuje začínat s příliš studenou vodou, která může člověka od otužování odradit. Teplotu vody je dobré s postupem času pomalu snižovat. Otužování je nejlepší praktikovat hned po ránu. Ve sprše je dobré se pohybovat a zpočátku stačí i 10 sekund samotného sprchování. Vždy je důležité mít na paměti, že po ukončení procedury je nutné se rychle osušit, dochází tak k masáži ručníkem pokožky a k navrácení pocitu tepelné pohody. Sprchování 2 – 3x týdně stačí k získání přijatelného stupně otužilosti. Teplá voda vyruší v zásadě účinek studené vody, proto je důležité dbát na pořadí těchto sprch. Teplou sprchou se smyjí veškeré nečistoty těla a poté se může přejít na studenou sprchu, bez návratu k teplé sprše.

### **2.1.2.2 OTUŽOVÁNÍ VZDUCHEM**

Otužování vzduchem je jeden z nejsnadnějších a nejlevnějších způsobů. Jelikož teplota vzduchu se nedá ovlivnit, je vhodné s touto formou začít na konci léta, kdy se teplota vzduchu mírně snižuje. Podstata tohoto otužování tkví v tom, že při pobytu na čerstvém vzduchu má člověk na sobě co nejlehčí oblečení, aby byl studený vzduch v kontaktu s celým povrchem těla (Tintěra & Kvapilík, 1985).

Doporučená teplota pro začátečníky je u dospělého 15°C, u dítěte 20°C. První doba strávená na studeném vzduchu může být pro dospělého 15 minut, pro dítě 5 minut. Čas se může s každým otužováním rozumně prodlužovat. Vhodné oblečení je tílko a kalhoty s krátkými nohavicemi. Hlavní je nepřetržitý pohyb, ať už formou běhu, her nebo gymnastického cvičení. Jedině tak lze zamezit prochladnutí s následujícím třesem a piloerekcí. K podobným varovným signálům by při této formě otužování nemělo nikdy dojít. Tomu lze předcházet vhodnou pohybovou aktivitou trvající 10 – 20 minut venku za každého počasí, tedy i v zimním období. Ani osoby s horšími pohybovými schopnostmi nemusí na otužování vzduchem zcela zanevřít. Zcela jim postačí chůze s lehčím oblečením odpovídající aktuálnímu počasí (Máček a kol., 2011).

Dinka a kol. (2008) uvádí jako další možnost otužování vzduchem procházky v lese, v parku a v údolích hor. Velmi se doporučuje běhání v zimních měsících, které je považováno za kvalitní způsob otužování. Stěžejní je volba vhodného oblečení, aby nedošlo k velkému pocení a k následnému prochladnutí organismu.

### 2.1.2.3 SAUNOVÁNÍ

Při saunování platí důležité pravidlo, a to nepřecenit své síly. Odolnost vůči vysokým teplotám si člověk musí vybudovat stejně jako odolnost proti nízkým teplotám (Dinka a kol. 2008). Před saunováním je nejdůležitější, aby jedinec nebyl vystavován nadměrné pohybové zátěži a nezatěžoval organismus těžkým jídlem. V případě pohybové aktivity by se měla sauna navštívit až minimálně po půl hodinovém odpočinku, v případě těžkého jídla by se pobyt v sauně měl posunout o 1 – 2 hodiny (Benko, 2015). Saunování se dělí na čtyři základní fáze, které se od sebe liší způsobem a formou okamžitého účinku fyzikálních podnětů na člověka:

- přípravná fáze
- prohřívací fáze
- ochlazovací fáze
- závěrečná fáze

První fáze představuje hygienickou očistu a přípravu na pobyt v horku. Vyprázdnění moči, ale i stolice, usnadňuje průběh vegetativních reakcí organismu, důležité je to především u dětí. Následuje hygienická očista těla, která spočívá v důkladném omytí povrchu těla. Dojde tak ke smytí nečistot a uvolnění potního proudu. Během prohřívací fáze není důležité striktně dodržovat čas strávený v sauně přesně na minuty, důležité je řídit se subjektivním pocitem. Dospělému jedinci postačí 8 – 12 minut k dosažení všech potřebných fyziologických reakcí. U dětí do 6 let stačí o polovinu méně, u mladších dětí 3 – 6 minut. Dalším bodem je zvolit polohu těla při saunování. Nejlepší variantou je saunování v leže, kdy se jednotlivé části těla nachází ve stejné vrstvě horkého vzduchu a tím pádem dochází k rovnoměrnému prohřívání. Při poloze v sedě nedochází k rovnoměrnému prohřívání, protože hlava je vystavena vyšší teplotě než například prsty u nohou. Lidský organismus má však natolik vyvinutou termoregulační schopnost, že i s takovým rozdílem teplot (až 40°C) si poradí, ale doba než k takovému vyrovnání dojde je dvojnásobná než při poloze v leže. Třetí fází je ochlazovací fáze, kdy jdeme jako první do sprchy, kde krátce spláchneme pot a drobné šupinky pokožky, které se uvolnily během tepla. Poté buď můžeme přejít do ochlazovacího bazénku, nebo zůstat pod studenou sprchou. V závěrečné fázi dochází ke zklidnění organismu formou odpočinku na lehátku nebo chůzí na čerstvém vzduchu (Mikolášek, 1999).

#### 2.1.2.4 KRYOTERAPIE

Jedná se v podstatě o léčení chladem a mrazem. Ve Skandinávii se pod pojmem kryoterapie rozumí obecně otužování. Japonci a Středoevropané vymezují pojem kryoterapie na léčbu extrémním mrazem, který může překračovat dokonce  $-100^{\circ}\text{C}$ . Kryoterapie může být buď lokální, nebo celotělová (Dinka a kol., 2008). Při celotělové chladové terapii se využívá speciální kryokomory (polarie). Před vstupem do kryokomory je nezbytná prohlídka u lékaře základních životních funkcí a osobní anamnéza. Pobyt v kryokomoře trvá 4 minuty. Rozhodně se není ale čeho bát, i když většinu lidí odradí fakt, že v kryokomoře je teplotní rozmezí od  $-110^{\circ}\text{C}$  do  $-150^{\circ}\text{C}$ . Jedná se však o upravený suchý vzduch, technicky zbavený vlhkosti. Mediem, jehož prostřednictvím vzniká chlad, je stlačený vzduch obohacený o 21% kyslíku. Posledním krokem celé kryoterapie je pohybová aktivita o délce trvání přibližně 15 minut. Těsně navazuje na pobyt v poláriu. Lze ji provádět na stacionárních kolech, šlapacích strojích nebo běžeckém pásu. Princip kryoterapie spočívá v náhlém ochlazení kůže. Teplota těla zůstává během procedury stejná. Primární reakcí na chlad v kryokomoře je vasokonstrikce, poté následuje aktivní vasodilatace se značným periferním prokrvením, které několikanásobně převyšuje normální stav. K dalšímu výraznému prokrvení dojde pohybovou aktivitou, která se provádí v poslední fázi celého procesu terapie. Jelikož tělo vnímá nízkou teplotu jako stres, dochází k vyplavování látek, které mají za úkol tento stres a jeho působení na naše tělo snížit. Těmito látkami jsou endorfiny (tzv. hormony štěstí), které mají významný účinek ve snížení bolesti. Dále dochází ke zvyšování T – lymfocytů, které zlepšují výkonnost imunitního systému (Kostřica, 1995).

Při lokální kryoterapii se aplikuje mráz či chlad pouze na určité místo těla. Lokální kryoterapie je v současné medicíně velmi rozšířenou metodou používanou především při léčbě a rehabilitaci porážových stavů a při onemocnění pohybového aparátu. Výhodou této metody je cílené zaměření na postiženou tkáň a možnost přesného dávkování chladu s ohledem na diagnózu. Teplota chlazení není optimálně stanovena, je však důležité dbát na teplotu tkání, která by se měla pohybovat na hranici  $18^{\circ}\text{C}$ . Při nižší teplotě, přibližně okolo  $15^{\circ}\text{C}$  dochází ke zvětšení propustnosti pro tkáňový mok, což může vést ke zvětšení otoku (KRYOMED, [b.r.]).

### 2.1.3 ZÁSADY PŘI OTUŽOVÁNÍ

Při zahájení otužování se začíná mírnými otužovacími prostředky a postupně se nároky zvyšují. Otužovacími prostředky se rozumí např. sauna, ledová sprcha apod. Zvyšuje se jednak intenzita ale i dobu působení otužovacích prostředků. Důležité je otužování nepřerušovat a dbát na jeho pravidelnost, aby bylo účinné. Otužilosti se dá dosáhnout již po 3 – 4 týdnech pravidelného otužování. Po ukončení otužování efekt otužilosti rychle klesne zpět během několika týdnů, proto pokud chceme zůstat otužilí, musíme dodržovat určitou soustavnost (Tintěra & Kvapilík, 1985).

Při otužování v zimních měsících se v zásadě nedoporučuje vstup do vody během nachlazení. Po výstupu je důležité se rychle osušit do sucha. Nerozumné postupy při otužování vedou u neaklimatizovaného organismu k závažným nemocem. Tím je myšleno setrvání delší dobu ve studené vodě bez potřebné aklimatizace. Při běžném otužování není důležité ve vodě vydržet, co nejdéle, důraz je kladen na pozitivní zdravotní dopad na člověka (Máček a kol., 2011).

Dinka et al. (2008) uvádí kontraindikace, při kterých se nedoporučuje nebo je dokonce zakázáno se otužovat:

- poranění kůže – může dojít ve styku s vodou k riziku infekce
- hnisavá nemoc kůže
- dermatitida
- Raynaldův syndrom
- nízký a vysoký krevní tlak
- arytmie a poruchy srdečního rytmu
- léčba rakoviny radiací
- poruchy gastrointestinálního traktu
- akutní zápalové onemocnění
- infekční a horečkové stavy

Otužování dětí by mělo být zařazováno s ohledem na jejich fyziologický vývoj. Pozitivní výsledek byl zaznamenán ve všech případech, kdy se postupovalo od metod, které nezatěžovaly dětský organismus, až po metody náročnější, vždy s dostatkem času pro aklimatizování dítěte. Období sedmého až dvanáctého měsíce života

dítěte se považuje za optimální pro systematické otužování, včetně působení vodního prostředí. U kojenců v první polovině roku se výrazně doporučuje pouze mírné otužování vzduchem (Štaifová, 1989). Když si dítě zvykne na studenou vodu, získává tím reflexní návyk, který by mu měl zůstat už navždy. Chlad pro něj bude příjemnou záležitostí a dojde k posílení jeho imunitního systému. Důležitým bodem před zahájením otužování je lékařské vyšetření dítěte, zdali nemá zdravotní indispozice, které by otužování bránily (Dinka a kol., 2008).

#### **2.1.4 VLV OTUŽOVÁNÍ NA FYZICKÝ STAV ČLOVĚKA**

Při otužování dochází ke zvyšování odolnosti proti tzv. nemocem z nachlazení, tj. akutním infekcím dýchací soustavy. Důležitá je správná funkce imunitního systému, na čemž se podílí zlepšená vazomotorická reaktivita (vazokonstrikce - zužování cév). V praxi je dosaženo takového efektu zpravidla až po roce soustavného otužování. Nemůžeme však říci, že „otužilci“ nemají nemoci dýchacích cest. Pokud však onemocní, průběh nemoci bývá mírný. Proto je možné doporučit otužování zdravým jedincům jako prevenci před záněty dýchacích cest. Doporučuje se pobyt ve studené vodě po dobu 2 minut 2 - 3 krát týdně, který je bezpečný z hlediska možných negativních vlivů (Šváblová, 2013).

Dinka a kol. (2008) formuluje deset pozitivních účinků, způsobených pravidelným otužováním:

- přijatelné množství životní energie po celý den
- lepší peristaltické pohyby střev a regulace problémů se zácpou
- redukce tělesné hmotnosti
- pevné a zdravé kosti
- zvýšení intelektuálních schopností
- klidnější spánek
- snadnější zvládnutí depresivních stavů
- lepší zvládnutí napětí – bez požití alkoholických nápojů nebo léků
- zmenšení rizika vzniku kardiovaskulárního onemocnění a civilizačních chorob
- maximální počet pozitivních vlivů na zdraví s minimem finanční náročnosti

## **2.2 REAKCE ORGANISMU PŘI OTUŽOVÁNÍ**

### **2.2.1 ZMĚNY TĚLESNÉ TEPLoty PŘI POBYTU V CHLADNÉ VODĚ**

Teplota těla je regulována mechanismem zpětné vazby, ve kterém hraje významnou roli hypotalamus. Ten je centrálním orgánem pro regulaci tělesné teploty a funguje na principu termostatu. Do něho se dostávají informace z periferních chladových a tepelných receptorů v kůži i z centrálních receptorů uložených v předním hypotalamu, v páteřní míše a podél velkých cév (Zeman, 2006).

Voda má vyšší tepelnou kapacitu a vodivost než vzduch, proto v ní člověk ztrácí teplo mnohem rychleji. Změny teploty jádra jsou výsledkem poměru mezi tvorbou a ztrátami tepla a jsou ovlivněny řadou činitelů. Fyzická zátěž zvyšuje vodivost tkání až na dvojnásobek vodivosti v klidu, proto ve vodě, která má méně než 25°C urychluje fyzická zátěž pokles teploty organismu. Vrstva tukové tkáně pod kůží zabraňuje tepelným ztrátám, ale opravdu účinným prostředkem proti ztrátám tepla je adaptace těla na chlad. U plavců adaptovaných na chlad klesá teplota organismu pomaleji než u netrénovaných plavců (Seliger, 1980).

Zeman (2006) uvádí, že hranicí teploty vody, kdy je lepší se ve vodě pohybovat tak aby nedocházelo k tepelným ztrátám, je dokonce teplota vody 18°C. Proto je lepší v rámci zachování tělesné teploty při pobytu ve studené vodě o teplotě nižší než 18 °C zůstat v klidu.

Lidské tělo reaguje na chlad dvěma způsoby – zvětšením izolačních schopností povrchu těla a zvýšenou produkcí tepla tzv. termogenezí. První reakcí těla na chlad je vazokonstrikce – zúžení cév. Zúžení cév v nepracujících svalech přispívá k celkové izolaci organismu až 85%. To je jeden z důvodů, proč je výhodnější být ve studené vodě o teplotě nižší 18 °C v klidu, než se pohybovat. Pokud působí chlad na adaptační mechanismy příliš dlouho, dochází zpravidla ke zvětšení množství podkožního tuku. Jedná se o ochranu organismu proti chladu, jelikož tuk má malou tepelnou vodivost a relativně nízkou vaskularizaci. Toto tvrzení dokládá Smithův nomogram, podle kterého je u osob se 4% tělesného tuku kritická teplota vody 35 °C, zatímco u osob s 20% podkožního tuku 32 °C. Podkožní tuk však není jedinou ochranou organismu proti extrémnímu chladu. Poměr povrchu těla vůči tělesné hmotnosti má rovněž význam

v termoregulaci. Člověk, který má hodně svalové hmoty, má menší povrch těla ke své hmotnosti a je proto méně náchylný k prochlazení. Zatímco malé děti, které mají relativně velký povrch těla, jsou náchylné k větším tepelným ztrátám (Zeman, 2006).

Pokud organismus potřebuje zvýšit produkci tepla a zamezit tak tepelným ztrátám, dochází k aktivní tvorbě tepla (termogenezi). Termogeneze je buď třesová, nebo netřesová. Třesem nebo svalovou činností dochází ke zvýšenému prokrvení povrchových oblastí těla a v důsledku toho klesá izolační kvalita tělesného povrchu a tepelné ztráty se mohou dokonce i zvětšit. To platí především v extrémních podmínkách při vystavení organismu chladu. Pro organismus má proto obrovský význam termogeneze netřesová, která probíhá zejména v hnědé tukové tkáni. Netřesová produkce tepla je indukována působením katecholaminů, zvláště noradrenalinu. Projevy v termoregulaci se u lidí liší napříč kontinenty (Zeman, 2006).

Zeman (2006) uvádí ve své knize výzkum týkající se rozdílné termoregulace mezi Eskymáky a Američany bílé pleti. U obou skupin došlo k třesu i pocení při stejné kožní teplotě, avšak netřesový metabolismus Eskymáků byl o 30 – 40 % větší než u bílých Američanů.

## **2.2.2 CHLADOVÁ ADAPTACE**

Chladovou adaptací se rozumí přivykání organismu na opakované chladové podněty. Ty se projeví buď zvětšením množství podkožního tuku (izolační typ), poklesem tělesné teploty při chladové expozici – organismus se adaptuje na nižší tělesnou teplotu (hypotermický typ) nebo změnami hormonálními – organismus reaguje zvýšenou produkcí tepla (metabolický typ). Chladová adaptace se rozděluje podle Mezinárodní komise pro termální fyziologii do čtyř skupin: genetická chladová adaptace, aklimatizace, aklimace a habituace. Genetickou chladovou adaptací se rozumí vrozená adaptace podle geografické polohy života jedince například schopnost australských domorodců spát v chladu méně oblečení a přikryti než Evropané a nepocit'ovat tepelnou nepohodu. Při aklimatizaci dochází k přizpůsobení organismu na klimatické změny. Zatímco aklimace je změna určitého jediného faktoru prostředí podmiňující zlepšené přežívání organismu. Habituací (přivykáním) se rozumí zmenšení reakcí nebo citlivosti po opakovaném chladovém podnětu (Zeman, 2006).



## 2.3 TUKOVÁ TKÁŇ

Poprvé byla tuková tkáň popsána v roce 1551 švýcarským přírodovědcem Conradem Gessnerem. Tuková tkáň je specializovaná pojivová tkáň, která je přirozenou součástí lidského těla a plní v něm několik důležitých funkcí. Slouží jednak jako energetická rezerva organismu, ale také jako ochrana orgánů – mechanická i tepelná. V organismu se rozeznávají dva typy tukové tkáně – bílá tuková tkáň (WAT) a hnědá tuková tkáň (BAT). Dlouhou dobu byla tuková tkáň považována pouze za pasivní zásobárnu energie s minimální aktivní úlohou v metabolických procesech. Počátkem 90. let minulého století byl tento omyl vyvrácen díky nalezenému proteinu v tukové tkáni zvanému adiposin. Dalším produktem tukové tkáně je leptin, jehož objev zastínil objev předešlý. Dnes už se ví, že tuková tkáň je největší endokrinně aktivní orgán těla. Tuková tkáň produkuje stovky chemických látek, které mají markantní význam v metabolických regulacích, řízení příjmu potravy, zánětu a mnoho dalších dějů. Mezi tyto látky patří mimo adiposinu a leptinu také např. adiponektin, angiotensinogen, rezistin, ometin, vistafin, interleukin-6 a TNF-  $\alpha$  (Kondrádová, 2000).

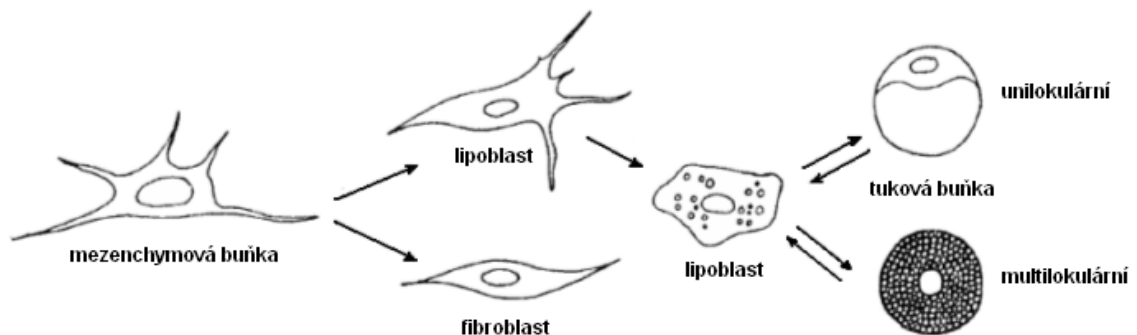
Tuková tkáň je tvořena tukovými buňkami tzv. adipocyty, které se ve vazivu nacházejí buď jednotlivě, nebo vytvářejí velké skupiny buněk. V lidském těle se rozlišují dva typy adipocytů - unilokulární a multilokulární. Unilokulární adipocyty jsou hlavní součástí bílé tukové tkáně, mají kulovitý tvar a ve skupinkách nabývají polynedrického tvaru. Jsou tvořené z jedné velké tukové kapénky. Multilokulární adipocyty jsou dominantním buněčným typem v hnědé tukové tkáni a mají polygonální tvar. Obsahují jádro umístěné ve středu buňky. V cytoplazmě mají velké množství mitochondrií a drobných tukových kapének různé velikosti (Kondrádová, 2000).

**Bílá tuková tkáň (WAT)** se skládá hlavně z unilokulárních adipocytů a má bílou až žlutou barvu. WAT ukládá energii a poté ji uvolňuje ve formě volných mastných kyselin (MK). Podíl této tukové tkáně u člověka s normální tělesnou hmotností tvoří 20 – 30 % celkové tělesné hmotnosti, u obézních jedinců to může být dokonce 70%. Bílá tuková tkáň se u člověka tvoří již před narozením. Kromě zmíněných adipocytů obsahuje WAT fibrocyty, žírné buňky, retikulární vlákna a méně časté jsou kolagenní vlákna. Největší množství WAT se nachází v podkoží a v oblasti břicha (viscerální tuk). Tyto dvě

oblasti mají odlišné metabolické vlastnosti, které jsou dány různou expresí genů v metabolismu tuků a sekrecí látek zahrnutých v některých patofyziologických stavech (Konrádová, 2000). WAT může zvětšovat svou velikost dvěma možnými způsoby – hypertrofií (intercelulární růst adipocytů akumulací tuků) a hyperplasií (zmnožení adipocytů) (Kim, 2000).

**Hnědá tuková tkáň (BAT)** se skládá z multilokulárních adipocytů a má červenohnědou barvu kvůli vysokému obsahu cytochromů. Adipocyty v této tkáni mají velký počet mitochondrií s bohatě vyvinutými kristami. BAT přeměňuje energii na teplo. Hnědá tuková tkáň se objevuje již před narozením. U novorozenců se nachází především v blízkosti životně důležitých orgánů: mozku, ledvin, srdce a míchy. Postupně množství hnědé tukové tkáně ubývá, ale nevymizí úplně. Nedávno bylo zjištěno, že buňky BAT mohou být funkčně aktivní i v dospělosti (Virtanen a Nutila, 2011).

**Obr. 1.** Vývoj tukových buněk (Konrádová, 2000)



Hlavní funkcí hnědé tukové tkáně je produkce tepla – netřesová termogeneze. BAT se aktivuje v reakci na chladovou expozici, kdy je člověk vystaven teplotám klesajícím pod hranici jeho teplotního komfortu. Tento děj je umožněn přítomností propojovacího proteinu 1 (UCP1, z angli. *uncoupling protein 1*), který se nachází na vnitřní membráně mitochondrií. UCP1 umožňuje průchod protonů z extracelulárního prostoru do matrix mitochondrie. Energie, která se přitom uvolňuje ve formě tepla, je rozvedena po celém těle díky bohatému cévnímu zásobení hnědé tukové tkáně. Při chladové expozici zaznamenají receptory v kůži okolní teplotu a předají signál termoregulačnímu centru v hypotalamu, který reguluje tělesnou teplotu. Podnět pro aktivaci BAT je veden z termoregulačního centra pomocí sympatických vláken. Noradrenalin (NA), který se uvolní ze zakončení sympatických vláken aktivuje pomocí cAMP (cyklický adenosinmonofosfát) proteinkinazu A (PKA). Poté dojde k aktivaci

hormon-senzitivní lipázy (HSL), která spustí uvolnění volných mastných kyselin (FFA). Během procesu  $\beta$  oxidace ( $\beta$ -ox), cyklu kyseliny citronové (CAC) a v řetězci oxidačních enzymů vzniknou protony, které putují směrem ven z mitochondrie. Vznikne protonmotivní síla, která žene protony zpět do matrix mitochondrie přes UCP1. Tato energie se uvolňuje formou tepla (Bednaříková, 2017).

K detekci hnědé tukové tkáně se již několik let používá pozitronová emisní tomografie (PET) v kombinaci s rentgenovou výpočetní tomografií (CT). Tato diagnostická zobrazovací technika funguje na principu měření absorpce spotřebované F – fluorodeoxyglukózy (FDG), což je neškodná radioaktivní forma glukózy, která poskytuje informace o metabolické aktivitě BAT. Další ne méně používanou metodou je magnetická resonance (MRI – nevyužívá ionizující záření na rozdíl od PET a CT) a výpočetní tomografie s duální energií záření (DECT). K rozpoznání hnědého tuku se také využívá histologická a biochemická analýza UCP1 z biopsie tukové tkáně (Borga a kol. 2014).

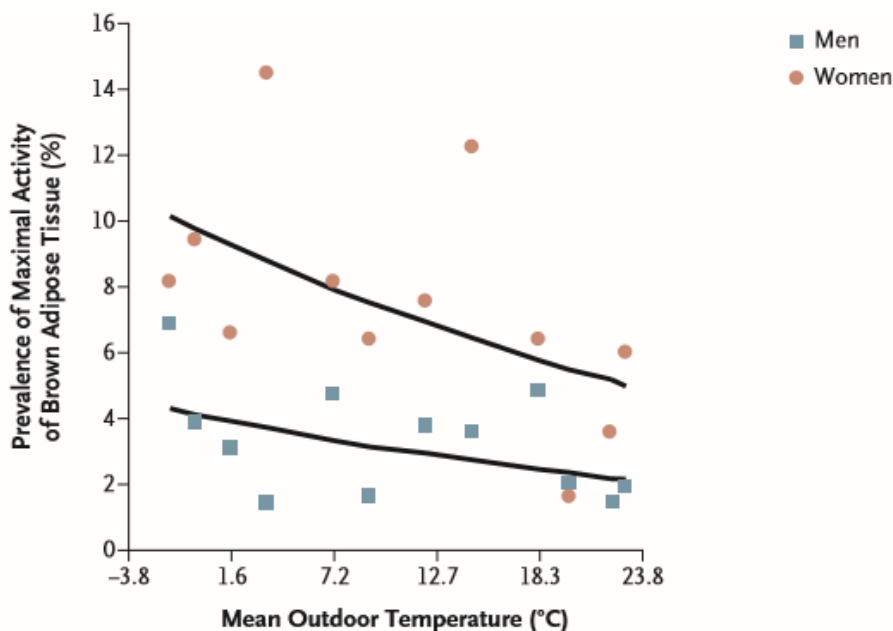
### **2.3.1 AKTIVACE BAT CHLADOVOU EXPOZICÍ**

Hnědou tukovou tkáň lze aktivovat chladovou expozicí, což bylo prokázáno několika na sobě nezávislými studii. Virtanen a kol. (2009) ve svém výzkumu, do kterého bylo zapojeno pět dobrovolníků ve věku 20 – 50 let, poukázal na přítomnost značného množství metabolicky aktivní hnědé tukové tkáně u zdravých dospělých lidí. Dobrovolníci podstoupili dvě nezávislá F-FDG PET/CT vyšetření. Jedno vyšetření probíhalo během chladové expozice a druhé za teplých podmínek. Dobrovolníci nejdříve strávili nějakou dobu v místnosti s teplotou 17 – 19°C a následně podstoupili skenování. V průběhu PET-CT vkládali jedno chodidlo do studené vody o teplotě 5 – 9°C v intervalu 5 min. Tomografické vyšetření během teplých podmínek probíhalo obdobně, akorát nedocházelo k chladové expozici. Den před vyšetřením dobrovolníci nesměli nic jíst. Tři dobrovolníci souhlasili s provedením biopsie tukové tkáně. Provedené studie prokázaly přítomnost BAT u zdravých jedinců, která vykazuje značné množství UCP1 a více cytochromu c oproti WAT. Virtanen a kol. (2009) předpokládali, že aktivace BAT chladovou expozicí by mohla u lidí výrazně přispět k energetickému výdeji.

Další podobnou studií se zabýval Van Marken Lichtenbelt a kol. (2009). Do studie se zapojilo 24 mužů, z toho 10 bylo štíhlých (BMI < 25) a 14 z nich mělo nadváhu či obezitu (BMI > 25). Při experimentu bylo subjektům přiděleno standardní oblečení a měření bylo provedeno v klimatické komoře v poloze vleže na zádech. Nejprve byli dobrovolníci po dobu jedné hodiny vystaveni termoneutrálním podmínkám (22°C) a následně mírné chladové expozici (16°C) v délce dvou hodin. Přibližně hodinu před začátkem snímkování jim byla píchnuta do žíly F-FDG. Ke stanovení aktivity hnědého tuku byla zvolena metoda PET-CT. Snímkování zaznamenalo během chladové expozice aktivitu hnědého tuku u 23 z 24 subjektů (96%). Při neutrálních podmínkách byla tkáň zcela neaktivní. Aktivita hnědé tukové tkáně byla u mužů s nadváhou/ obezitou daleko menší než u mužů štíhlých a zároveň u štíhlých jedinců bylo zjištěno menší množství tkáně, což poukazuje na eventuální roli hnědé tukové tkáně v regulaci množství tuku.

Ve výzkumu pod vedením Cypess a kol. (2009) bylo za cíl zjistit souvislost mezi detekcí BAT a venkovní teplotou. U jednoho dlouhodobě pozorovaného pacienta bylo zjištěno, že se vychytávání F – FDG hnědou tukovou tkání může rapidně snížit v reakci na zvýšenou venkovní teplotu. Po přezkoumání dat z PET-CT vyšetření u pacientů s detekovanou BAT byl zjištěn dlouhodobý vliv okolní teploty na hnědý tuk ve srovnání s daty všech zkoumaných subjektů. Americká meteorologická služba (U.S Weather Service) poskytla údaje o průměrné venkovní teplotě během období, kdy probíhala daná studie. Na základě těchto údajů se určil termín, kdy byla aktivita BAT nejvyšší. Bylo zjištěno, že nejvyšší aktivita tkáně byla nejvyšší v zimním období, nižší na jaře a nejnižší v létě. Souvislost mezi maximální aktivitou tukové tkáně a průměrnou venkovní teplotou byla stanovena logistickou regresí s pohlavím a věkem jako proměnné (viz. Obr. 1).

Dalším zjištěním bylo, že pravděpodobnost detekce BAT za každé teploty byla podstatně vyšší u žen v porovnání s muži (Cypess a kol., 2009).



**Obr. 2.** Souvislost mezi prevalencí maximální aktivity hnědé tukové tkáně (%) a venkovní teplotou (°C). U pacientů s detekovatelnou hnědou tukovou tkání byla stanovena doba maximální aktivity tkáně. Prevalence maximální aktivity hnědé tukové tkáně (%) se vynesla proti průměrné měsíční teplotě v Bostonu (°C) v mnohorozměrné logistické regresi. Prevalence maximální aktivity hnědé tukové tkáně se u obou pohlaví snižuje s rostoucí průměrnou venkovní teplotou. Detekce hnědé tukové tkáně byla u žen výrazně vyšší než u mužů (Cypess a kol., 2009).

Saito a kol. (2009) se věnoval výzkumu, který se zabýval rolí sezóny při aktivaci BAT. Výzkum probíhal v období od srpna do března. Do studie se zapojilo celkem 56 dobrovolníků, z toho bylo 31 mužů a 25 žen ve věku 23 – 65 let. Dobrovolníci nejdříve museli držet 6 – 12h půst, poté se přemístili do klimatizované místnosti o teplotě 19°C a každý 5 minut pokládali svá chodidla na kostku ledu zabalenou v látce. V průběhu tohoto procesu byla dobrovolníkům podána nitrožilní injekce F-FDG. Za hodinu po skončení chladové expozice podstoupili PET-CT vyšetření v místnosti při teplotě 24°C. Značné vychytávání FDG bylo zaznamenáno v supraklavikulární (nad klíční kostí) a paraspinální (v okolí páteře) oblasti, konkrétně u 17 z 32 mladších (23 – 35 let) a u 2 z 24 starších (36 – 65let) dobrovolníků v období od ledna do března. Za dva týdny osm dobrovolníků, u kterých bylo prokázáno aktivování vychytávání FDG, podstoupilo testování v teplých podmínkách (27°C) a u žádného z nich nebylo zaznamenáno

vychytávání FDG. Z toho vyplývá, že vychytávání FDG bylo aktivováno chladem. Dále bylo nepřímo úměrné k BMI a k množství celkového a viscerálního tuku zkoumaných subjektů.

Yoneshiro a kol. (2011) se věnoval podobnému výzkumu jako Saino a kol. (2009), ve kterém se zabýval vztahem mezi chladem aktivovanou hnědou tukovou tkání a nadváhou se zaměřením na účinky stárnutí. Výzkumu se zúčastnilo 162 dobrovolníků ve věku 20 – 73 let. Dobrovolníci strávili dvě hodiny v místnosti o teplotě 19°C, kde během pobytu pokládali na 4 minuty (každých 5 minut) chodila na ledovou kostku zabalenou v tkanině. Poté jim byla aplikována injekce s F-FDG a byli podrobeni PET-CT vyšetření. Jako *BAT pozitivní skupina* byli označeni ti, u kterých byl zaznamenán chladem aktivovaný hnědý tuk – u 67 (41%) dobrovolníků. V porovnání s *BAT – negativní skupinou* bylo v *BAT – pozitivní skupině* daleko více mladších jedinců a zároveň vykazovali nižší BMI, množství tělesného tuku a tuku v oblasti břicha. Výskyt chladem aktivované *BAT* se snižoval s věkem. Přes 50% aktivní hnědé tukové tkáně bylo zaznamenáno u jedinců ve věku kolem 20 let, zatímco nejméně u jedinců ve věku nad 50 let. Parametry akumulace tuku se měnily mezi mužským a ženským pohlavím, avšak zvyšovaly se s věkem u *BAT – negativní skupiny*, zatímco zůstaly nezměněné jak u mužů, tak u žen *BAT – pozitivní skupiny* ve věku 20 – 40 let. Z výsledku vyplývá, že snížená aktivita *BAT* může souviset s ukládáním tělesného tuku spolu s věkem.

Výzkumu Van der Lans a kol. (2013) se zúčastnilo 17 dobrovolníků (9 žen a 8 mužů). Dobrovolníci byli vystaveni po dobu 10 dnů chladové expozici (15 – 16°C) na 6 hodin denně. Během této chladové expozice nesměli dobrovolníci vykonávat žádnou pohybovou aktivitu a byli oblečeni do lehkého oblečení. Každé dvě hodiny si mohli dopřát teplý nápoj či polévku. Pro stanovení *NT* byli dobrovolníci vystaveni mírnému chladovému experimentu. Dobrovolníci byli zabaleni do vodou perfundovaného obleku, jehož teplota se snižovala každých 15 minut o 4°C, dokud se neobjevil svalový třes. Následně byli dobrovolníci zahříváni po dobu 5 minut, dokud třes nezmizel, následně se nastavila teplota obleku na teplotu, při které docházelo k mírnému chvění. Po 30 minutách podstoupili dobrovolníci F-FDG PET-CT vyšetření. Výsledkem bylo zvýšení energetického výdeje jak u mužů, tak i u žen. Po 10 denní chladové aklimatizaci byla zaznamenána vyšší aktivita hnědé tukové tkáně spolu s netřesovou termogenezí. Ve výzkumu nebyly zaznamenány žádné rozdíly mezi mužským a ženským

pohlavím v souvislosti s aktivitou BAT před a po chladové aklimatizaci. Výzkum rovněž poukázal na možnost přispět k zmírnění aktuální epidemie obezity prostřednictvím proměnlivého vnitřního prostředí a četných chladových expozií.

## 2.4 OBEZITA

Zásoba energie je v lidském těle uložena ve formě triacylglycerolů a glykogenu. Glykogen se především nachází v játrech a kosterním svalstvu. Triacylglyceroly jsou uloženy v tukových buňkách, které lidské tělo využívá k vyvážení krátkodobého kolísání energetického příjmu a výdeje. Stav, kdy dochází k nadměrnému hromadění tuku v tukové tkáni, se nazývá obezita. Podstatou obezity je hromadění převážně bílé tukové tkáně. Je způsobena nerovnoměrným příjmem a výdejem energie (Kopelman, 2000).

Nadváhu a obezitu lze označit jako pandemií nového tisíciletí. Ve spojených státech má obezitu úctyhodných 30% populace, ani v naší populaci na tom nejsme nejlépe. Obezita představuje nemalý socio-ekonomický a zdravotnický problém (Housová & Heráček, 2007). Despres (2006) poukazuje na fakt, že pokud dojde k překročení kapacity uskladněných potravních lipidů, musí být další tuk uložen v ostatních orgánech a tkáních. Ektopické hromadění tuku má destruktivní účinek na funkci cílového orgánu.

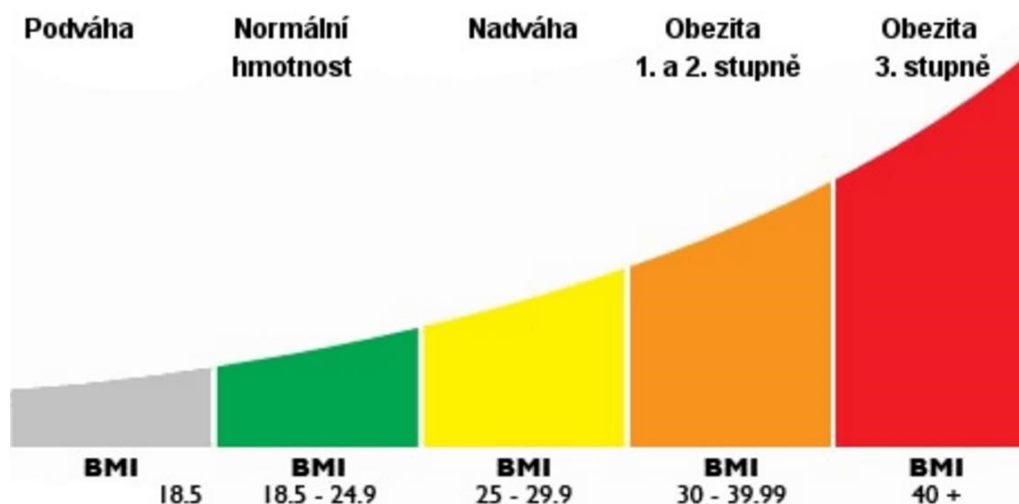
Obezita je spojena s řadou mnoha chronických onemocnění včetně diabetu, arteriální hypertenze a koronární aterosklerózy, ale epidemiologická studie poukazují na souvislost s rozvojem četných zhoubných nádorů. Rovněž se zvyšuje ve srovnání s neobézními jedinci úmrtnost. Podíl tuku v organismu je závislý na pohlaví, věku a etnice. Z fyziologického hlediska lze říci, že vyšší procento tukové tkáně mají ženy (cca 30%) než muži (cca 25%) (Housová & Heráček, 2007).

Léčba obezity je velmi náročný a dlouhodobý proces a dosažené snížení hmotnosti často nemusí být trvalé a to bez ohledu na to, jestli v léčbě dominovala dietoterapie, pohybová aktivita či farmakoterapie. Cílem při léčbě obezity je především redukce hmotnosti. Neméně důležitá je však léčba nemocí komplikujících obezitu. Stálý pokles tělesné hmotnosti o 5 – 15% z výchozí hmotnosti má pro nemocného významný pozitivní efekt, který vede k redukci rizika vzniku komorbidit a příznivě ovlivňuje klinické projevy

komorbidit již vytvořených (Hainer, 2004). Při léčbě obezity je nutné dosáhnout dlouhodobě negativní energetické bilance a to snížením příjmu energie z potravy a současným zvýšením výdeje energie pohybovou aktivitou. Základním předpokladem pozitivní redukce tělesné hmotnosti je motivace pacienta k hubnutí, vypracování individuálního léčebného plánu, stanovení reálných cílů a pravidelná kontrola efektivity určeného postupu (Hlúbik, 2009).

#### 2.4.1 METODY MĚŘENÍ TĚLESNÉHO SLOŽENÍ

Pro stanovení množství tuku v organismu se nejčastěji používá index tělesné hmotnosti (body mass index – BMI), který se vypočítá jako podíl tělesné hmotnosti udané v kg a druhé mocniny výšky udané v metrech ( $BMI = \text{hmotnost (kg)}/\text{výška (m}^2\text{)}$ ). Úskalím tohoto ukazatele je, že neodráží přesně podíl a distribuci tělesného tuku a beztukové hmoty a neodliší tedy pacienty s vyvinutější muskulaturou ani zvýšené množství kostní hmoty (Housková & Heráček, 2007).



Obr. 3. BMI pro určení stavu jedince (Svobodová,2013)

Pro účely antropologického měření se využívají i jiné indexy, které nám lépe napoví o stavu pacienta. Dobrým ukazatelem může být například poměr obvodu pasu a boků (angl.. waist-to-hip ratio – WHR), který je zacílen na měření abdominální obezity (Housová & Heráček, 2007). Svačina & Bretšnajdrová (2008) tvrdí ve své knize, že jednoduché měření obvodu pasu je stejně přesné jako drahá vyšetřovací metoda. Obvod pasu se měří krejčovským metrem v místě viditelného pasu nebo v polovině vzdálenosti mezi lopatkou kosti kyčelní – nejvyšším místem pánevních kostí na boku - a posledními



žebry, nahmatatelnými rovněž snadno na boku. Pokud není břicho převislé, odpovídá to zhruba výši pupku. Obvod boků se měří v místě největšího vyklenutí hýždí nad kyčelním kloubem. Housová & Heráček (2007) uvádí další přesnější metodu měření tzv. *kaliperace*, měření kožních řas pomocí kaliperu. V České Republice je nejpoužívanější měření kožních řas dle Pařízkové, kdy se měří na deseti přesně stanovených místech těla (Pařízková, 1973).

Novější a spolehlivější metodou vycházející z časové nenáročnosti a neinvaznosti vyšetření je metoda založená na principu bioelektrické impedance (BIA). Tato metoda je využívána pro diagnostiku tělesného složení, jednotlivých frakcí a kompartmentů. Metoda BIA pracuje na principu průniku střídavého elektrického proudu lidským tělem s následným vyhodnocením odporu (impedance). V posledním desetiletí dochází k rozvoji metody a s tím je i spojený vývoj moderní přístrojové techniky. Měřicí přístroje se liší podle lokalizace elektrod např. mohou být umístěny po dvou na zápěstí a nad hlezenním kloubem (Bodystat) (Ward,2012).



**Obr. 4.** Bodystat-Quadscan-4000 (HaB Direct, ©2019)

Jednou z dalších možností je lokalizace elektrod na ploskách nohou nášlapné váhy tzv. bipední umístění (Tanita) nebo na madlech pro uchopení rukama (Omron) (Ward, 2012).



**Obr. 5.** BIA – Tanita MC – 980 (Tanita, 2018)

Výstupy zjištěné metodou BIA mohou být ovlivněny řadou faktorů. Za hlavní proměnou se udává stav hydratace organismu, fyzická aktivita a nutriční aspekty (Bunc a kol., 2001). Vlastní chyba přístroje může zkreslit výsledky měření na úrovni 1,5%, stav hydratace 2-4%, měřicí frekvence o 1-2% (Riegerová, 2006). Na výsledek bioimpedančního vyšetření má obrovský vliv věk, pohlaví a celková tělesná hmotnost. Rovněž také vysoké hodnoty body mass indexu ( $BMI > 35 \text{ kg/m}^2$ ) mohou výrazně ovlivnit výstupy měření. Samotné měření je kontraindikováno v období gravidity, při užívání určitých typů léčiv (především diuretika), u pacientů s implantáty (kardiostimulátor či endoprotézy). Pro co nejpřesnější měření je nutné dodržet specifická režimová opatření (Heyward & Wagner, 2004). Tato režimová opatření jsou dále popsána v praktické části diplomové práce.

## 2.5 MOŽNOST AKTIVACE BAT POKOJOVOU TEPLOTOU

Zajímavé výsledky přinesl výzkum zjišťující vztah mezi BMI a vnitřní pokojovou teplotou, ověřující předpoklad, že lidi s nižší pokojovou teplotou v ložnici mají nižší BMI. Tento předpoklad byl víceméně potvrzen. S rostoucí teplotou v ložnici během spánku rostla i BMI třída probandů. Ve výzkumu byli probandi rozděleni do tří věkových kategorií, přičemž u nejmladší věkové třídy (< 10let) neexistovala žádná závislost mezi pokojovou teplotou v ložnici a BMI. U dospívajících dívek (11 – 18 let) BMI klesalo s klesající průměrnou teplotou, u chlapců stejného věkového rozmezí nebyla zaznamenána žádná korelace mezi pokojovou teplotou a BMI. U dospělých žen a mužů ve věku 19 – 27 let byla situace přesně opačná. U dospělých žen korelace vymizela a u dospělých mužů míra BMI klesala s klesající průměrnou pokojovou teplotou v ložnici. Tato zjištění byla vysvětlena tím, že BAT je u malých dětí přítomna v aktivním stavu a její aktivita klesá s věkem. Aktivaci BAT lze vyvolat chladovou expozicí. U žen tato schopnost nastává dříve oproti mužům. S pozdějším věkem souvislost mezi pokojovou teplotou v ložnici a BMI u žen mizí, zatímco u mužů zůstává (Bednaříková, 2017).

Výzkum rovněž poukázal na to, že při aktivaci BAT nemusí nutně záviset na absolutní okolní teplotě, ale nýbrž na subjektivním vnímání chladu. Na základě individuálních odpovědí probandů se může konstatovat, že čím častěji pociťovali chlad/zimu ve svých domovech/ložnicích, tím nižší měli percentilovou třídu BMI. Korelace se potvrdila u všech věkových tříd kromě dospívajících chlapců (11 – 18 let) (Bednaříková, 2017).

## **3 METODIKA**

### **3.1 POPIS SLEDOVANÉHO SOUBORU**

Výzkumu se zúčastnilo celkem 49 studentů Pedagogické fakulty (PF) Jihočeské univerzity (JU). Vzorek studentů byl vybrán náhodně a nikdo ze studentů nebyl vrcholovým sportovcem. Výzkumný soubor tvořil tedy běžnou populaci ve věku 19 – 25 let. Výzkum probíhal od 1. listopadu 2018 do poloviny února 2019 (více než 3 měsíce).

Cílem této práce bylo zjistit vliv otužování na množství tukové tkáně jedince, resp. na možnost redukce tukové tkáně vlivem aktivace hnědé tukové tkáně (BAT). Pro zjištění množství tukové tkáně byl použit index BMI a pro přesnější zjištění tělesného složení probandů bylo použito měření pomocí bioelektrické impedance přístrojem Bodystat. Měření probíhalo v budově Pedagogické fakulty v ulici Jeronýmova. Všichni účastníci výzkumu byli změřeni na začátku výzkumu a následně po ukončení otužování. Tato práce probíhá ve spolupráci s výzkumem Nikoly Schwachové (Schwachová, in press), která se zabývá vlivem otužování na duševní pohodu. V obou těchto výzkumech proto byl použit stejný výzkumný soubor.

### **3.2 CHARAKTERISTIKA SOUBORU**

Před zahájením výzkumu došlo k obeznámení se s daným tématem a problematikou, která se tohoto výzkumu týká. Dále byla prostudována odborná literatura, která se k dané problematice vztahovala, a ze které bylo možno čerpat. Před samotným měřením došlo k obeznámení se s příslušnými pomůckami.

Celkem bylo osloveno přibližně 400 studentů PF JU. Z tohoto počtu souhlasilo se zapojením do výzkumu 49 studentů. Z nich bylo 34 studentů náhodně zařazeno do experimentální skupiny (ti se po dobu výzkumu otužovali) a 15 studentů bylo náhodně zařazeno do kontrolní skupiny (ti se neotužovali ani nijak neměnili svoje zvyklosti). Kontrolní skupina byla ustanovena proto, aby bylo možné odfiltrvat případný sezónní vliv na tělesné parametry účastníků výzkumu.

Aby nedošlo ke zkreslení výsledků průzkumu, nebyl probandům sdělen záměr výzkumu. Celý výzkum byl tedy prezentován pod názvem: výzkum vlivu otužování na lidský organismus. Všechna data byla zpracována anonymně s nemožností identifikace konkrétního probanda. Účastníci výzkumného šetření souhlasili se zpracováním dat a jejich následným využitím pro odborné účely.

V první řadě byl všem probandům dán „deník otužilců“ (příloha 1), kde byly sepsány všechny důležité informace potřebné pro zahájení otužování. Otužování bylo zvoleno formou studené sprchy v intervalu několika sekund, které následovalo po běžném sprchování či koupeli. Samotné otužování by nemělo být nepříjemné, ale aby bylo účinné, musí jedinec pociťovat intenzivní chlad. Celé otužování mělo z počátku trvat 10 sekund a posléze se předpokládalo, že se doba otužování postupně prodlužovat. Voda by měla stékat po celém těle od krku dolů po zádech. Ochlazování hlavy nebylo podmínkou pro otužování a tento krok nebyl ani doporučován, jelikož není vhodný pro začátky. Účastníci výzkumu se nemuseli otužovat každý den, stačilo alespoň dvakrát týdně. V případě akutních zdravotních potíží, či jiných subjektivních důvodů, mohlo být otužování přerušeno. Aby bylo rozlišeno, kdo se otužoval pravidelně každý den po celou dobu třech měsíců, a kdo třeba jen dvakrát týdně, zaznamenávali probandi průběh otužování do výše zmíněného deníku (příloha 1). Do deníku zaznamenávali konkrétně datum a čas, kdy se sprchovali studenou vodou a přibližně délku otužování (bez stopek – pomalým počítáním). Dále probandi obdrželi digitální teploměr s externím čidlem, který sloužil ke změření teploty vody. Na začátku bylo provedeno kontrolní měření pro určení spolehlivosti měření. Digitální teploměry udávaly externí teplotu s přesností na  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ . První měření provedli studenti po 14 – 30 dnech měření. Jeden teploměr byl přidělen dvojici studentů, kteří si teploměr navzájem propůjčovali. Po následujících 14. dnech opětovně změřili teplotu vody a zapsali naměřený údaj do deníku otužilců, tzn. že každý zapsal dvě teploty za měsíc tj. celkem 6 měření za výzkum.

Dále byli probandi požádáni o změření některých tělesných parametrů na přístroji Bodystat. U celého souboru probandů byly zjišťovány následující charakteristiky:

- jméno a příjmení
- věk
- pohlaví

- tělesná výška
- tělesná hmotnost
- obvod pasu
- obvod boků

Veškerá zaznamenávaná data byla zapisována do předem připravených záznamních listů (příloha 2). Tělesná výška byla měřena papírovým metrem připevněným ke zdi. Byla měřena vzdálenost mezi vrcholem hlavy a rovinou podlahy. Vyšetřované osoby stáli vzpřímeně na rovné podlaze bez obuvi, s patami a špičkami u sebe, paže měli volně spuštěné podél těla, hlava směřovala horizontálně. K měření tělesné hmotnosti byla použita osobní váha. Obvod pasu a boků byl změřen krejčovským metrem. Po zjištění a zaznamenání těchto charakteristik mohlo probíhat samotné měření.

### 3.3 REALIZACE MĚŘENÍ

Měření probíhalo pomocí moderní techniky (Bodystat) založené na bioelektrické impedanci, které bylo popsáno v teoretické části diplomové práce.

Normy stanovené z Bodystatu u skupiny žen (19 – 25 let):

- Tuková tkáň v % celkové hmotnosti – 20 – 26%
- Aktivní tělesná hmota (ATH) – 74 – 80%
- Celková tělesná voda v % - 50 – 60%
- BMI – 20 – 25

Pro zvýšení validity BIA měření byla dodržena doporučení dle Heywarda a Wagnera (2004). Prvním doporučením bylo teplota ve vyšetřovací místnosti 25°C. Dále probandi před měřením nejedli ani nepili. Současně byla splněna podmínka nepožítí alkoholických nápojů za posledních 48h a nikdo neuvedl požití diuretik. Všechna měření byla provedena v ranních hodinách. Během výzkumu nikdo nezměnil svůj dosavadní režim a nezačal aktivně sportovat. Před měřením všichni sundali kovové předměty, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Před každým vyšetřením byla každému jedinci otřena kontaktní místa elektrod lihem na odmaštění pokožky, aby došlo k lepšímu přilnutí elektrod. Časový interval mezi dvěma po sobě jdoucími vyšetřeními činil deset minut.

Výše uvedené charakteristiky – věk, pohlaví, tělesná výška, tělesná hmotnost, obvod pasu a obvod boků, byly každému jedinci změřeny a následně byly změřené hodnoty zadány do přístroje Bodystat. Dále byly přilepeny dvě kontaktní elektrody na hřbet ruky a dvě elektrody na nárt na chodidle. Měření probíhalo vleže na podložce na lavici.



**Obr. 6.** Autorka práce při měření na Bodystatu

### 3.4 STATISTICKÉ HODNOCENÍ DAT

Ze změřených charakteristik (před a po období otužování) byl vypočítán koeficient změny proměnných - např. koeficient změny tělesné hmotnosti byl vypočítán dle vzorce:

$$\text{koef. změny tělesné hmotnosti}[\%] = \frac{\text{tělesná hmotnost po otužování [kg]}}{\text{tělesná hmotnost před otužováním [kg]}} \cdot 100$$

Koeficienty změny odpovídají procentuální změně dané proměnné po období otužování. Při hodnotě koeficientu 100 % nedošlo ke změně parametru, při hodnotě koeficientu < 100 % došlo k redukci, při hodnotě > 100 % naopak k nárůstu.

Koeficienty změny jednotlivých parametrů byly následně porovnány t-testem nezávislých výběrů mezi experimentální a kontrolní skupinou. Tělesná konstituce a metabolismus tuků je závislý na pohlaví, proto byli analyzováni muži a ženy zvlášť. Hladina významnosti byla stanovena jako 0.05; testy byly provedeny v softwarovém balíku Statistica 13.2 (Tibco software).



## 4 VÝSLEDKY

Z celkového počtu 49 studentů, dobrovolně se účastnících výzkumu, výzkum dokončilo pouze 34 žen a 7 mužů (Tab. I). Z původního počtu 14 mužů jich polovina během sledovaného období z výzkumu na vlastní žádost odstoupila. Konečné počty mužů (pět v experimentální skupině, dva v kontrolní) nedovolují smysluplné porovnání těchto dvou skupin. Dále jsou proto hodnoceny pouze ženy.

**Tab. I)** Rozdělení studentů do jednotlivých skupin na začátku a na konci otužování

Pohlaví	Počet subjektů začátek	Experimentální skupina začátek	Kontrolní skupina začátek	Počet subjektů konec	Experimentální skupina konec	Kontrolní skupina konec
Ženy	35	22	13	34	21	13
Muži	14	12	2	7	5	2
Obě pohlaví	49	34	15	41	26	15

V **Tab. I)** jsou rozděleny ženy a muži do jednotlivých skupin a jsou zde jejich počty při zahájení a na konci výzkumu. Na začátku výzkumu bylo 22 žen v experimentální skupině a 13 žen v kontrolní skupině. Celkem bylo zapojeno do výzkumu 35 žen. Výzkum dokončilo 21 žen z experimentální skupiny a 13 z kontrolní skupiny (kontrolní skupina zůstala neměnná). Celkem výzkum dokončilo 34 žen. Na začátku výzkumu bylo 12 mužů v experimentální skupině a 2 v kontrolní skupině. Celkem se výzkumu zúčastnilo 14 mužů. Výzkum dokončilo pouze 5 mužů z experimentální skupiny a 2 z kontrolní skupiny (kontrolní skupina zůstala neměnná). Celkem výzkum dokončilo 7 mužů.

**Tab. II)** Tělesná výška u experimentální a kontrolní skupiny žen.

Tělesná výška	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	$\sigma$	stř. chyba průměru
K.S.	164,62	162	157	174	162	169	158	174	5,84	1,62
E.S.	170,19	170	154	182	168	173	165	178	5,90	1,29

V **Tab. II)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **tělesné výšky**. Tělesná výška byla hodnocena u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) pouze na začátku výzkumu otužování. Ženy v kontrolní skupině měří v průměru (Ø) 164,62 cm, ženy v experimentální skupině měří v průměru (Ø) 170,19 cm.

**Tab. III) Tělesná hmotnost** mírně poklesla u experimentální i kontrolní skupiny žen. Rozdíl v koeficientu změny tělesné hmotnosti není statisticky průkazný ( $t = -0.03$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.97$ ).

Tělesná hmotnost	Otužování	$\bar{O}$	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	$\sigma$	stř. chyba průměru	Průměr koeficientu změny	Směr. odchyl. koeficientu změny
K.S.	před	62,45	56,5	46,4	94	55	69,1	53,5	76,5	12,76	3,54	0,997	0,025
	po	62,27	57	46,2	94,4	54,8	68,7	53	77,1	12,96	3,6		
E.S.	před	67,97	64,1	57	103,8	61,8	69,7	58	79,8	11,62	2,54	0,997	0,026
	po	67,66	66,20	56,5	100,8	61	68,2	57	83,4	11,07	2,42		

V **Tab. III)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **tělesné hmotnosti**. Tělesná hmotnost byla hodnocena u experimentální skupiny (E.S.) žen ( $N=21$ ) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen ( $N=13$ ) před a po ukončení výzkumu otužování. Tělesná hmotnost u kontrolní skupiny ( $N=13$ ) i u experimentální skupiny ( $N=21$ ) mírně poklesla. Rozdíl v koeficientu změny tělesné hmotnosti není statisticky průkazný ( $t = -0.03$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.97$ ) a nemůže se zde poukázat na žádný významný účinek otužování na redukci tělesné hmotnosti.

**Tab. IV) Body mass index (BMI)** mírně poklesl u obou skupin žen. Rozdíl v koeficientu změny BMI není statisticky průkazný ( $t = 0.11$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.91$ ).

BMI	Otužování	$\bar{O}$	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	$\sigma$	stř. chyba průměru	průměr koeficientu změny	sm. odch. koeficientu změny
K.S.	před	23,02	22,4	17,7	35,8	20,9	24,2	18,6	26,5	4,53	1,26	0,997	0,026
	po	22,95	22,4	18,1	36	20,6	24	18,5	26,6	4,62	1,28		
E.S.	před	23,44	22,1	19,3	35,9	21,3	24,6	20,5	26,4	3,76	0,82	0,998	0,026
	po	23,36	22,3	18,9	34,9	21,3	24,5	20,5	27,6	3,59	0,78		

V **Tab. IV)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **body mass indexu (BMI)**. BMI bylo hodnoceno u experimentální skupiny (E.S.) žen ( $N=21$ ) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen ( $N=13$ ) před a po ukončení výzkumu otužování. U kontrolní skupiny bylo zjištěno na začátku výzkumu BMI v průměru o hodnotě 23,02 a na konci výzkumu 22,95. U experimentální skupiny bylo zjištěno na začátku výzkumu BMI v průměru o hodnotě 23,44, na konci výzkumu 23,36. Rozdíl v koeficientu změny BMI není statisticky průkazný.

**Tab. V) Obvod pasu (cm) u obou skupin žen mírně klesl.**

Obvod pasu	Otužování	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru
K.S.	před	72,23	71	60	99	65	74	64	84	10,17	2,82
	po	71,38	69	60	97	66	73	64	85	9,9	2,75
E.S.	před	74,86	72	67	100	71	77	67	86	8,73	1,9
	po	73,48	71	66	98	68	74	67	88	9,11	1,99

V **Tab. V)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **obvodu pasu**. Obvod pasu byl hodnocen u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) před a po ukončení výzkumu otužování. Obvod pasu měřený v cm v experimentální i v kontrolní skupině mírně klesl. U kontrolní skupiny klesl v průměru o 0,85cm, u experimentální skupiny klesl v průměru o 1,38 cm. Rozdíl v koeficientu změny obvodu pasu není statisticky průkazný.

**Tab. VI) Obvod boků (cm) se u kontrolní skupiny žen vůbec nezměnil. U experimentální skupiny žen obvod boků mírně klesl.**

Obvod boků	Otužování	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru
K.S.	před	91,92	88	77	118	88	94	85	103	10,04	2,78
	po	91,92	88	77	118	88	94	85	103	10,04	2,78
E.S.	před	94,71	91	86	121	90	97	89	105	8,34	1,82
	po	93,33	91	83	118	87	95	85	109	9,19	2,01

V **Tab. VI)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **obvodu boků**. Obvod boků byl hodnocen u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) před a po ukončení výzkumu otužování. Obvod boků, měřený v cm, zůstal u kontrolní skupiny bez rozdílu hodnot, u experimentální skupiny mírně klesl, a to konkrétně o 1,38 cm. Rozdíl v koeficientu změny obvodu boků u experimentální skupiny není statisticky průkazný.

**Tab. VII) Zatímco u kontrolní skupiny žen se waist-to-hip ratio (WHR) nezměnil, u experimentální skupiny žen mírně poklesl. Rozdíl v koeficientu změny WHR není však statisticky průkazný (t = -0.49; df = 32; p = 0.63).**

WHR	Otužování	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru	průměr koeficientu změny	sm. odch. koeficientu změny
K.S.	před	0,78	0,78	0,73	0,83	0,75	0,81	0,74	0,82	0,03	0,01	1,000	0,017
	po	0,78	0,78	0,73	0,83	0,75	0,8	0,74	0,83	0,03	0,01		
E.S.	před	0,79	0,78	0,71	0,9	0,76	0,8	0,74	0,83	0,04	0,01	0,995	0,035
	po	0,78	0,78	0,71	0,88	0,75	0,8	0,74	0,87	0,05	0,01		

V **Tab. VII**) jsou shrnuty hodnoty týkající se **waist-to-hip ratio (WHR)**. WHR bylo hodnoceno u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) před a po ukončení výzkumu otužování. U kontrolní skupiny bylo zjištěno na začátku výzkumu WHR v průměru o hodnotě 0,78 a na konci výzkumu 0,78. Index se nezměnil. U experimentální skupiny bylo zjištěno na začátku výzkumu WHR v průměru o hodnotě 0,79, na konci výzkumu 0,78. Index nepatrně klesl. Rozdíl v koeficientu změny WHR není statisticky průkazný.

**Tab. VIII) Aktivní tělesná hmota (ATH)** u kontrolní skupiny žen mírně poklesla. U experimentální skupiny žen došlo k mírnému navýšení. Rozdíl v koeficientu změny procenta ATH není statisticky průkazný ( $t = 0.93$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.36$ ).

Procento ATH	Otužování	$\bar{X}$	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	$\sigma$	stř. chyba průměru	průměr koeficientu změny	sm. odch. koeficientu změny
K.S.	před	79,15	78	57	92,7	77,7	84,1	70,2	87,7	8,75	2,43	0,995	0,028
	po	78,37	79,8	58,4	88,1	75,8	83,8	69,1	87,2	8,04	2,23		
E.S.	před	78,17	79,9	59,6	87,5	75,6	82,2	71,6	83,7	6,46	1,41	1,002	0,004
	po	79,45	81,1	60,7	92,6	77,8	83,3	70	86,1	7,16	1,56		

V **Tab. VIII**) jsou shrnuty hodnoty týkající se **procenta aktivní tělesné hmoty (ATH)**. Aktivní tělesná hmota (ATH) byla hodnocena u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) před a po ukončení výzkumu otužování. Aktivní tělesná hmota poklesla u kontrolní skupiny v průměru o 0,78%, u experimentální skupiny došlo k navýšení ATH v průměru o 1,28%. Rozdíl v koeficientu změny procenta ATH není statisticky průkazný.

**Tab. IX) Bezvodá aktivní tělesná hmota (ATH)** zůstala u kontrolní i experimentální skupiny žen téměř neměnná.

Bezvodá ATH	Otužování	$\bar{X}$	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	$\sigma$	stř. chyba průměru
K.S.	před	14,13	14	10,1	18,2	12,2	16,5	11,6	17,7	2,51	0,7
	po	14,06	13,3	9,8	18	12,3	16,6	11,7	17,7	2,55	0,71
E.S.	před	16,18	15,7	11,9	19,5	14,9	17,6	13,8	19	2,07	0,45
	po	16,21	15,8	11,7	19,4	15	18,1	13,7	19	2,09	0,46

V **Tab. IX**) jsou shrnuty hodnoty týkající se **bezvodé aktivní tělesné hmoty (ATH)**. Bezvodá aktivní tělesná hmota (ATH) byla hodnocena u experimentální skupiny (E.S.) žen (N=21) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen (N=13) před a po ukončení

výzkumu otužování. Rozdíl naměřených hodnot před a po ukončení výzkumu otužování je minimální.

**Tab. X) Procento tělesné vody** u experimentální i kontrolní skupiny žen vzrostlo.

Rozdíl v koeficientu změny procenta vody není statisticky průkazný ( $t = -0.32$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.75$ ).

Procent o vody	Otužování	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru	průměr koeficientu změny	sm. odch. koeficientu změny
K.S.	před	51,88	55,7	0,59	65,9	52,8	61,4	39,5	65,2	16,99	4,71	8,672	27,697
	po	55,77	56,8	40,8	66	53,3	59,2	46,2	61,4	6,73	1,87		
E.S.	před	51,39	54,8	0,6	62	50,4	57,1	45,9	58	12,57	2,74	5,924	22,477
	po	55,33	56,1	41,9	65,7	52,6	58,3	46,8	61,7	5,7	1,24		

V **Tab. X)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **procenta tělesné vody**. Procento tělesné vody bylo hodnoceno u experimentální skupiny (E.S.) žen ( $N=21$ ) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen ( $N=13$ ) před a po ukončení výzkumu otužování. U kontrolní skupiny došlo k nárůstu procenta tělesné vody v těle v průměru o 3,89%, u experimentální skupiny v průměru o 3,94%. Rozdíl v koeficientu změny procenta vody není statisticky průkazný.

**Tab. XI)** Zatímco u kontrolní skupiny došlo dokonce k mírnému navýšení procenta **tělesného tuku**, u experimentální skupiny došlo ke snížení procenta tělesného tuku.

Rozdíl v koeficientu změny procenta tělesného tuku je statisticky průkazný ( $t = -2.26$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.03$ ).

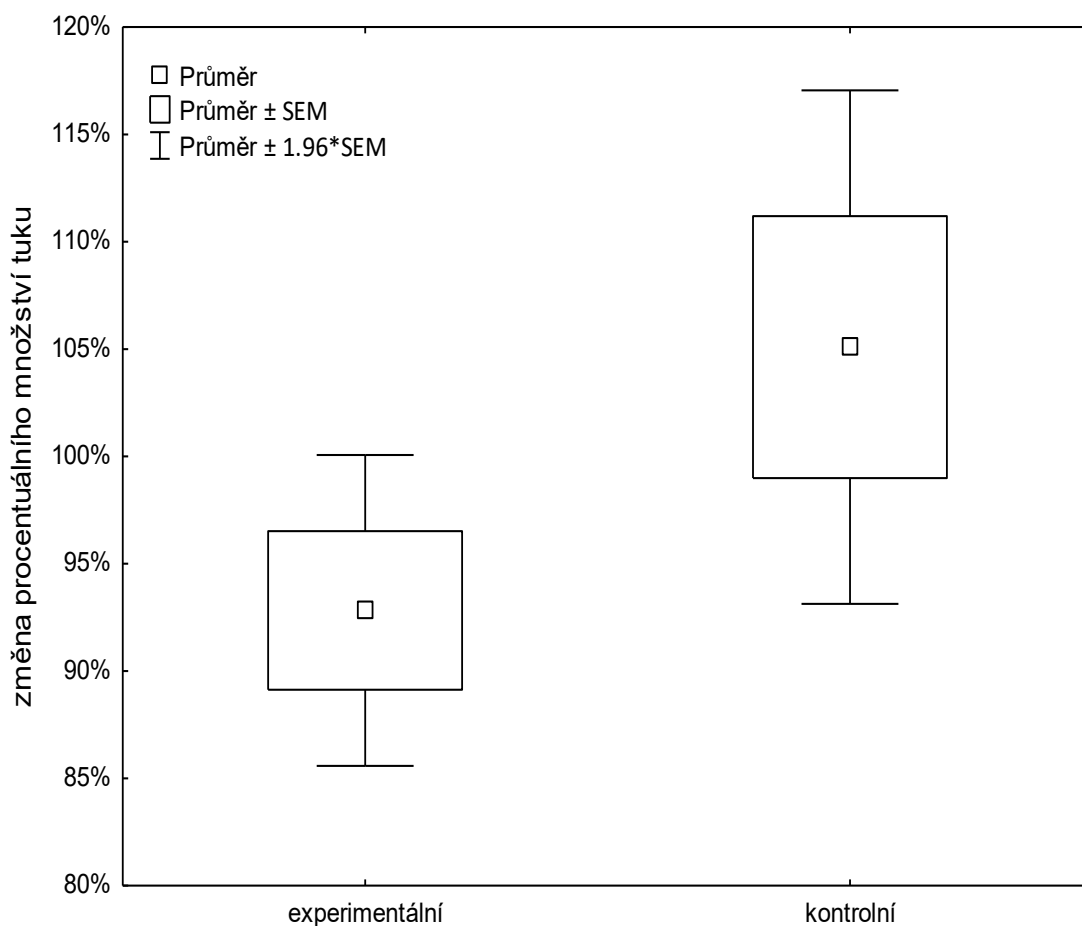
Proc. tělesného tuku	Otuž.	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru	průměr koeficientu změny	sm. odch. koeficientu změny
K.S.	před	19,16	20,2	0,22	43	14,5	22,3	7,3	29,8	10,43	2,89	1,081	0,240
	po	19,96	19,6	0,22	41,6	14,3	24,2	11,9	30,9	9,99	2,77		
E.S.	před	20,99	20,1	0,18	40,4	17,4	24,4	14,7	28,4	7,98	1,74	0,935	0,137
	po	19,86	18,9	0,15	39,3	16,7	22,2	12,6	30	8,34	1,82		

V **Tab. XI)** jsou shrnuty hodnoty týkající se procenta **tělesného tuku**. Tělesný tuk byla hodnocen u experimentální skupiny (E.S.) žen ( $N=21$ ) a u kontrolní skupiny (K.S.) žen ( $N=13$ ) před a po ukončení výzkumu otužování. U kontrolní skupiny došlo dokonce k navýšení procenta tělesného tuku v průměru o 0,8%. U experimentální skupiny bylo na začátku výzkumu naměřeno v průměru 20,99% tělesného tuku, na konci výzkumu

otužování bylo naměřeno v průměru 19,86% tělesného tuku. U experimentální skupiny došlo tedy k redukcí tuku v průměru o 1,13% tuku. Rozdíl v koeficientu změny procenta tělesného tuku je statisticky průkazný.

## SHRNUTÍ

Při vyhodnocení tělesných charakteristik žen, resp. koeficientu změn těchto charakteristik během období otužování, bylo zjištěno, že nedošlo k významné změně tělesné hmotnosti ( $t = -0.03$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.97$ ) (tab. III), BMI ( $t = 0.11$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.91$ ) (tab. IV), WHR ( $t = -0.49$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.63$ ) (tab. VII), procentuální aktivní tělesné hmotnosti ( $t = 0.93$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.36$ ) (tab. VIII) ani procentuálního obsahu tělesné vody ( $t = -0.32$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.75$ ) (tab. X). Došlo však k významnému snížení procentuálního obsahu tělesného tuku ( $t = -2.26$ ;  $df = 32$ ;  $p = 0.03$ ; tab. XI a obr. 7).



**Obr. 7.** Porovnání koeficientu změny procentuálního obsahu tuku u žen z experimentální a kontrolní skupiny. Zatímco u žen z kontrolní skupiny došlo během sledovaného období k navýšení obsahu tělesného tuku, u žen z experimentální skupiny došlo k jeho snížení. Rozdíl je statisticky průkazný.

**Tab. XII)** Charakteristika **podmínek při otužování**. Délka otužování byla obvykle několik desítek sekund při teplotě 13.45 – 18.5 °C.

Otužování	Ø	Medián	Min	Max	Dolní kvartil	Horní kvartil	10% percentil	90% percentil	σ	stř. chyba průměru
počet	50,48	44	30	100	34	61	32	85	19,8	4,32
Medián délky otužování [s]	37,62	30	15	90	20	50	20	60	20,35	4,44
Medián teploty vody [°C]	16,58	17,9	11,7	21,7	13,45	18,5	12	20,3	3,23	0,7

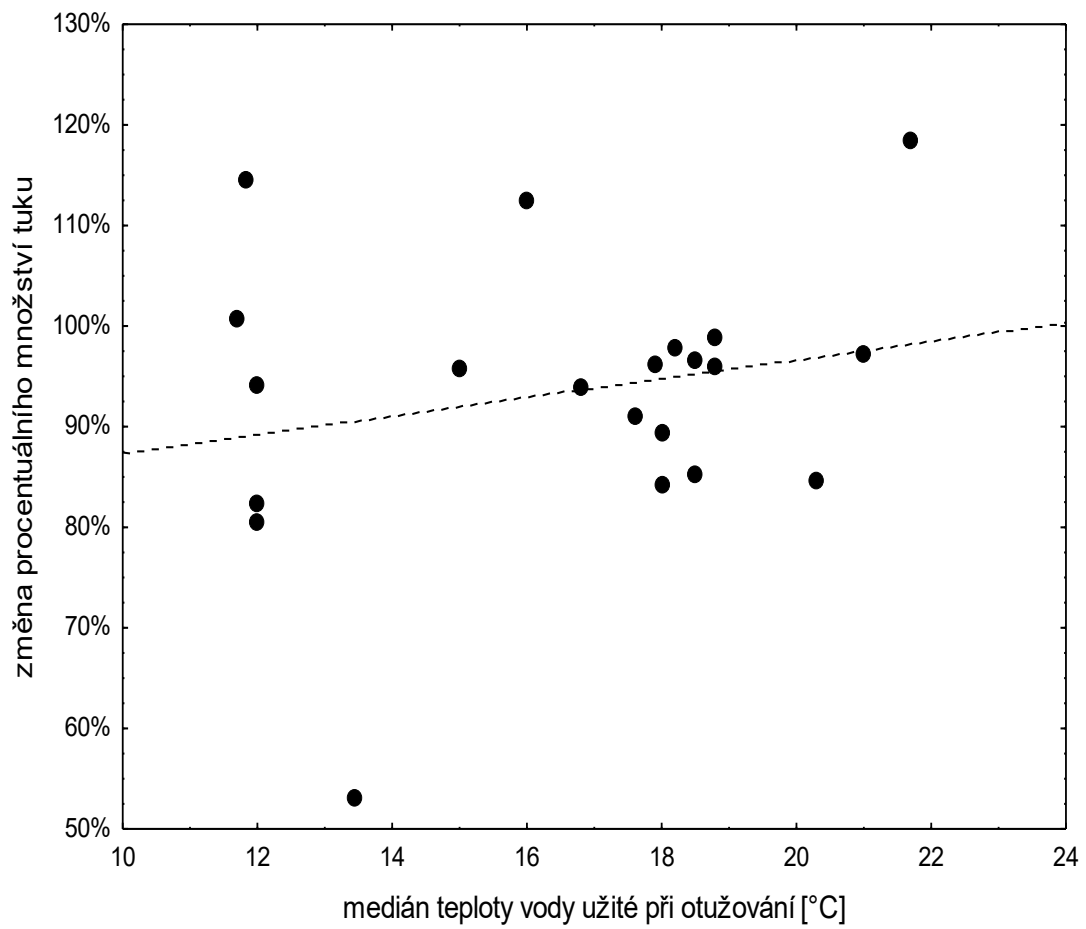
V **Tab. XII)** jsou shrnuty hodnoty týkající se **podmínek při otužování**. Experimentální skupina žen (N=21) se v průměru otužovala 50,48 krát během cca třech měsíců po dobu 37,62 sekund při teplotě 16,58.

**Tab. XIII)** Výsledky korelační analýzy mezi koeficientem změny tělesného tuku a kvantitativními charakteristikami otužování. Ani celkový počet otužování, medián délky jednotlivých otužování a medián teploty vody užití při otužování nekorelovaly významně s koeficientem změny procentuálního obsahu tělesného tuku.

	Korelační koeficient	<i>P</i>
počet otužování	-0.53	0.82
sekundy medián	-0.12	0.62
teplota medián	0.22	0.34

Koeficient změny procentuálního obsahu tělesného tuku, jako jediný zjištěný tělesný parametr odlišný v experimentální vs. kontrolní skupině, byl následně dále analyzován v závislosti na intenzitě otužování. Celkový počet otužování, medián délky otužování ani medián teploty vody používané k otužování však nekoreloval významně s koeficientem změny tělesného tuku (všechna  $p > 0.34$ ; viz Tab. XI). Nejtěsnější korelace byla mezi mediánem teploty vody užití při otužování, kdy nižší teploty znamenaly větší redukci tělesného tuku (obr. 8) Ani tato korelace však nebyla statisticky významná.





**Obr. 8.** Korelace mezi teplotou vody užití při otužování a změnou procentuálního množství tělesného tuku. Korelace je pozitivní, ale neprůkazná ( $r = 0.22$ ;  $p = 0.34$ ).

## 5 DISKUZE

Následující diskuze bude zaměřena na výsledky, které byly získány z výzkumného šetření. Výzkumného šetření se zúčastnilo více žen, mužů bylo podstatně méně a skoro polovina jich v půlce výzkumu odstoupila, proto byly vyhodnoceny jen ženy. Vzhledem k tomu, že je v dnešní době kladen důraz na zdravý životní styl a správnou životosprávu, dalo by se očekávat, že toto téma zaujme více lidí, ale celkem bylo osloveno kolem 400 studentů a do výzkumu se jich zapojilo pouze 49. Tento fakt se dá vysvětlit tím, že ne každý zná ozdravné účinky otužování a zároveň se studentům nemohl sdělit očekávaný pozitivní vliv otužování. Otázka zní, zda by se studentů zapojilo více, kdyby věděli, že se jedná o výzkum otužování a jeho vliv na redukci tělesného tuku v souvislosti s aktivací hnědé tukové tkáně. Dle Virtanen a Nutila (2011) se v menším množství vyskytuje hnědá tuková tkáň i v dospělosti a k její aktivaci dochází právě již zmíněnou chladovou expozicí.

Tento výzkum byl zaměřen na studenty Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity ve věku 19 – 25 let. Studenti měli za úkol se dostavit do budovy Pedagogické fakulty v ulici Jeronýmova na měření tělesných charakteristik. V první řadě byla zjišťovaná tělesná hmotnost a tělesná výška probandů pro určení BMI. BMI index je používaným ukazatelem pro určení nadváhy a obezity. Jeho věrohodnost je však problematická, jelikož BMI index nám příliš nenapoví o celkovém složení těla, resp. jaký poměr má jedinec svalové hmoty a tukové tkáně (Housková & Heráček, 2007). Měření probíhalo za pomoci přístroje Bodystat, založeným na principu odlišných elektrických vlastností tkání, tuku a hlavně tělesné vody tzv. bioelektrická impedance (BIA). Díky této technice bylo možné lépe a přesněji stanovit množství tělesného tuku před a po zahájení výzkumu.

Otázkou je, jaký vliv může mít otužování na následující charakteristiky. První uvedenou charakteristikou je tělesná hmotnost (viz tab. II). Ačkoliv na tělesnou hmotnost otužování prokazatelně žádný vliv nemělo, došlo u obou skupin (kontrolní i experimentální) k mírnému poklesu hmotnosti. S tím souvisí i pokles BMI u obou skupin, jelikož BMI index je stanoven z podílu tělesné hmotnosti udané v kg a druhé mocniny výšky udané v metrech ( $BMI = \text{hmotnost (kg)}/\text{výška (m}^2\text{)}$ ).

Nebyla zjištěna znatelná změna při měření obvodů pasu a boků a s tím souvisejícím WHR indexem. Obvod pasu u obou skupin žen (kontrolní i experimentální)

mírně klesl a obvod boků poklesl pouze u experimentální skupiny žen a tím pádem se změnil i jejich WHR index (z 0,79 na 0,78). U kontrolní skupiny zůstal neměnný (WHR=0,78).

Ani na aktivní tělesnou hmotu (ATH) nemělo otužování zásadní vliv. ATH je beztuková hmotnost svalů, vody a kostí (Riegrová, 2006). U kontrolní skupiny došlo k mírnému poklesu ATH a u experimentální skupiny k mírnému navýšení ATH. U bezvodé aktivní hmoty, která zahrnuje hmotnost svalstva a kostní hmoty s vyloučením podílu vody, se naměřily skoro stejné hodnoty před a po otužování. Tyto výsledky jsou pro výzkum pozitivní, jelikož nárůst aktivní tělesné hmoty a pokles tělesného tuku jsou navzájem provázány s pohybovou aktivitou, která během výzkumu měla zůstat nepozměněná, a zároveň účastníci výzkumu nesměli být vrcholovými sportovci.

Kde však došlo k poměrně velkému rozdílu je v měření procenta tělesné vody. Celková tělesná voda je závislá na věku, pohlaví a tělesné hmotnosti. U dospělé ženy by se průměrné množství tělesné vody mělo pohybovat okolo 53% (Riegrová, 2006). U obou skupin zde došlo k nárůstu procenta tělesné vody (K.S.- z 51,88% na 55,77% čili nárůst o 3,89 procentních bodů, E.S. – z 51,39 na 55,33% čili nárůst o 3,94 procentních bodů). U experimentální skupiny lze tento fakt logicky vysvětlit, jelikož se snížením procenta tělesného tuku stoupá podíl tělesné vody. Dalšími faktory, které ovlivňují procento tělesné vody, jsou: jídlo, konzumace alkoholu, sport, nemoc nebo v tomto případě (kdy byly hodnoceny jen ženy) menstruace. Měření probíhalo za stejných podmínek před i po výzkumu otužování.

Důležitým výsledkem je rozdíl v procentech tělesného tuku, kde v důsledku otužování a předpokládanou aktivací BAT došlo k **redukci tělesného tuku u experimentální skupiny žen**. Zatímco u žen z kontrolní skupiny došlo během sledovaného období k navýšení obsahu tělesného tuku (z 19,16 % na 19,96 %), u žen z experimentální skupiny došlo k jeho snížení (z 20,99 % na 19,86 %). Rozdíl je statisticky průkazný (viz obr. 7). Zde zjištěné výsledky doplňuje výzkum Van Marken Lichtenbelt a kol. (2009), který zmiňuje eventuální roli hnědé tukové tkáně v regulaci množství tuku.

Otázkou zůstává vztah mezi procentem tělesného tuku a počtem otužování, délkou jednotlivých otužování nebo teplotou vody při otužování. Ale ani výsledky korelační analýzy mezi koeficientem změny tělesného tuku a kvantitativními charakteristikami (celkový počet otužování, medián délky otužování a medián teploty vody) otužování nejsou jasné - parametry otužování nekorelovaly významně s koeficientem změny procentuálního obsahu tělesného tuku. Poukázat se však může na nejtěsnější korelaci, která byla mezi mediánem teploty vody užitě při otužování, kdy nižší teploty znamenaly větší redukci tělesného tuku (viz obr. 8).

V práci Bednaříkové (2017) se poukázalo na možnost, že aktivace BAT nemusí nutně záviset na absolutní okolní teplotě, ale na subjektivním vnímání okolní teploty. Na základě individuálních odpovědí probandů se může konstatovat, že čím častěji pociťovali chlad/zimu ve svých domovech/ložnicích, tím nižší měli percentilovou třídu BMI. Korelace se potvrdila u všech věkových tříd kromě dospívajících chlapců (11 – 18 let) (Bednaříková, 2017). Je pravděpodobné, že tomu bylo tak i u tohoto výzkumu otužování. Může se předpokládat, že u studentů, kteří při otužování pociťovali větší chlad (nezávisle na absolutní teplotě vody), docházelo k významnější aktivaci BAT a k redukci tukové tkáně. Toto je však slabé místo prováděného výzkumu, jelikož se tato korelace nezjišťovala, proto tento fakt můžeme jen předpokládat.

Důležité je zmínit možný vliv sezóny na průběh výzkumu otužování. Z tohoto důvodu byla ustanovena kontrolní skupina, díky které bylo možné odfiltrovat případný sezónní vliv na tělesné parametry účastníků výzkumu. I když se lze otužovat celoročně, ve výzkumu Cypess a kol. (2009) bylo zjištěno, že nejvyšší aktivita tkáně byla nejvyšší v zimním období, nižší na jaře a nejnižší v létě. Proto, aby byla podpořena aktivace BAT, probíhalo otužování v zimních měsících. Úskalí výzkumu a tedy možnosti, které mohly ovlivnit samotný průběh výzkumu, jsou:

- časté nemoci během zimního období, kdy muselo několik probandů výzkum, buď pozastavit, nebo zcela opustit
- období zkouškového, kde někteří probandi uváděli, že zaháněli stres pomocí sladkostí (možný nárůst procenta tělesného tuku).

Podobně jako výzkum Van der Lans a kol. (2013), který poukázal na možnost přispět k zmírnění aktuální epidemie obezity prostřednictvím proměnlivého vnitřního prostředí a četných chladových expozic, tak i tento výzkum tento fakt dokládá. Ze všech

zmíněných charakteristik bylo nejvíce ovlivněno a statisticky prokázáno snížení procenta tělesného tuku v důsledku chladové expozice.

## 6 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zjistit vliv otužování na množství tukové tkáně jedince, resp. na možnost redukce tukové tkáně vlivem aktivace hnědé tukové tkáně (BAT). Vzhledem k nízké účasti mužů ve výzkumu byly vyhodnoceny pouze ženy. Výsledky ukázaly, že u experimentální skupiny žen došlo vlivem otužování (studenou sprchou) k redukci tělesného tuku s předpokládanou aktivací BAT.

U ostatních charakteristik naměřených pomocí přístroje Bodystat nebyly statisticky prokázány žádné rozdíly v koeficientu změny, což může být zapříčiněno malým výzkumným vzorkem ( $N = 49$ ). Co se týče celkového počtu otužování, délkou otužování a teplotou vody používané k otužování nedošlo zde k žádné významné korelaci s koeficientem změny tělesného tuku. Nejtěsnější korelace byla mezi teplotou vody užitou při otužování, kdy nižší teploty znamenaly větší redukci tělesného tuku, ale ani tato korelace však nebyla statisticky významná. Z toho lze usoudit, že aktivace BAT nemusí nutně záviset na absolutní teplotě vody, ale nýbrž na subjektivním vnímání teploty vody. Tato skutečnost nebyla ale předmětem výzkumu a proto se můžeme nad tímto faktem pouze zamyslet.

Na základě výše získaných dat lze otužování vřele doporučit všem, kteří chtějí zlepšit svůj zdravotní stav, především těm, kteří mají zájem o redukci tukové tkáně a předejít tak vzniku obezity.

## 7 SEZNAM LITERATURY

BEDNAŘÍKOVÁ, Renata. Vliv obvyklé pokojové teploty na BMI, resp. prevalenci obezity vybraného vzorku populace [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/7yxkeu/>>. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce RNDr. Tomáš Ditrich, Ph.D..

BENKO, Michal. Vliv saunování na změny krevního tlaku. Praha, 2015. Diplomová práce. Univerzita Karlova.

Bodystat Quadscan 4000. *HaB Direct* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.habdirect.co.uk/product/bodystat-quadscan-4000>

BORGA, M., VIRTANEN, K. A., ROMU, T., LEINHARD, O. D., PERSSON, A., NUUTILA, P. & ENERBACK, S. (2014). Brown adipose tissue in humans: detection and functional analysis using PET (Positron Emission Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging), and DECT (Dual Energy Computed Tomography). *Methods in Enzymology*, 537, 141-159.

BUNC, V. Prediction equations for determination of body composition by bioimpedance method in children. *Med. Sport Sci.* 2001, vol. 44, s. 46-52

CYPESS, A. M. LEHMAN, S., WILLIAMS, G., TAL, I., RODMAN, D., GOLDFINE, A. B., KUO, F. C., PALMER, E. L., TSENG, Y-H., DORIA, A., KOLODNY, G. M. & KAHN, C. R. (2009). Identification and importance of brown Adipose Tissue in Adult Humans. *The Journal of Medicine*, 360, 1509-1517.

DESPRÉS, Jean-Pierre. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome?. *Annals of medicine*, 2006, 38.1: 52-63.

DINKA, Pavol, Ernest CABAN, Juraj ČELKO, Anton GÚTH, Ján RAPÁK a Janka ZÁLEŠÁKOVÁ. Voda a chlad - rehabilitácia: Prevencia a liečba. Bratislava: Liečreh Gúth, 2008. ISBN 978-80-967229-5-2.

HAINER, Vojtěch. Základy klinické obezitologie. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0233-9.

- HEYWARD, Vivian H. a Dale R. WAGNER. Applied body composition assessment. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, c2004. ISBN 0736046305.
- HLÚBIK, Pavol. Obezita: doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře : [novelizace 2009]. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, c2009. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-31-2.
- HOUSA, D., HALUZÍK, M., VERNEROVÁ, Z., HOUSOVÁ, J., HERÁČEK, J. 2007. Obezita, adipocytokiny a karcinom prostaty. Urologie pro praxi [online]. 2007, 8(1), 10 – 14. [cit. 28. 4. 2013]. ISSN 1803-5299. Dostupné z: <http://www.urologiepropraxi.cz/pdfs/uro/2007/01/02.pdf>
- KIM, Suyeon; MOUSTAID-MOUSSA, Naima. Symposium: Adipocyte function, differentiation and metabolism. J. Nutr, 2000, 130: 3110S-3115S.
- KOMÁREK, Vladimír. Jak se otužovat. Otuzilci [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.otuzilci.cz>
- KONRÁDOVÁ, Václava. Funkční histologie. 2. vyd. Jinočany: H & H, 2000. ISBN 80-86022-80-3.
- KOPELMAN, Peter. Obesity as a medical problem. Nature. 2000, (404), 635-643.
- KOSTŘICA, Rom. Kryoterapie v medicíně. Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity, 1995. ISBN 80-210-1249-8.
- MÁČEK, Miloš a Jiří RADVANSKÝ. Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-695-3.
- MIKOLÁŠEK, Antonín. Česká sauna: saunování a stavba sauny. 2. rozš. vyd. Praha: Grada, 1999. Profi & hobby. ISBN 80-7169-847-4.
- PAŘÍZKOVÁ, Jana. Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu. Praha: Avicenum, 1973. Hálkova sbírka pediatrických prací (Avicenum).
- RIEGEROVÁ, Jarmila, Miroslava PŘIDALOVÁ a Marie ULBRICHOVÁ. Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie). 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.



SAITO, M., OKAMATSU-OGURA, Y., MATSUSHITA, M., WATANABE, K., YONESHIRO, T., NIO-KOBAYASHI, J., IWANAGA, T., MIYAGAWA, M., KAMEYA, T., NAKADA, K., KAWAI, Y. & TSUJISAKI, M. (2009). High incidence of metabolically active brown tissue in healthy adult humans: effects of cold exposure and adiposity. *Diabetes*, 58,1526-1530.

SELIGER, V., TREFNÝ Z. a VINARČICKÝ R.. (1980) Fysiologie tělesných cvičení: učebnice pro fakulty tělesné výchovy a sportu. Praha: Avicenum.

SVÁČINA, Štěpán a Alena BRETŠNAJDROVÁ. Jak na obezitu a její komplikace. Praha: Grada, 2008. Doktor radí. ISBN 978-80-247-2395-2.

SVOBODOVÁ. Body Mass Index (BMI). Optimální váha [online]. 2013 [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://optimalnivaha.cz/jak-na-hubnuti/body-mass-index-bmi.html>

ŠTAIFOVÁ, A. (1989) Otužování dětí. Praha: Avicenum, Rodinný kruh.

ŠVÁBOVÁ, M. (2013) Vybrané kapitoly ze zdravotní propedeutiky - otužování, alkohol a kouření u adolescentů ve věku 16 - 19 let. [online]. České Budějovice, [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/ktoqig/>>. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D..

TANITA. Tanita MC – 980 MA. Fitham [online]. Liberec, 2018 [cit. 2018-06-26]. Dostupné z: [https://www.fitham.cz/User\\_Files/Prospekt%20MC-980.pdf](https://www.fitham.cz/User_Files/Prospekt%20MC-980.pdf)

TINTĚRA, Jaroslav a Josef KVAPILÍK. Zdravotní propedeutika pro posluchače odborného studia - obor rehabilitace. Praha: Univerzita Karlova, 1985.

Účinky kryoterapie. KRYOMED [online]. 2009 [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <http://www.kryomed.sk/cs/kryoterapia.html>

VAN DER LANS, A. A., HOEKS, J., BRANS,B., VIJGEN, G., VISSER, M., VOSSelman, J. M., HANESN, J., JORGENSEN, A. J., WU. J., MOTTAGHY, M.F., SCHRAUWEN, P. & VAN MARKEN LICHTENBELT, W. D. (2013). Cold acclimation recruits human brown fat and increases nonshivering thermogenesis. *The Journal of Clinical Investigation*, 123,3395-3403

VAN MARKEN LICHTENBELT, W. D., VANHOMMERIG, J. W., SMULDERS, N. M., DROSSAERTS, J., KEMERINK, G. J., BOUVY, N. D., SCHRAUWEN, P. & JAAP TEULE, G. J. (2009). Cold-activated brown adipose tissue in healthy adult men. *New England Journal of Medicine*, 360,1500-1508.

VIRTANEN, Kirsi A a Pirjo NUUTILA. Brown adipose tissue in humans. *Current Opinion in Lipidology*. 2011, 22(1), 49-54.

WARD, Leigh C. Segmental bioelectrical impedance analysis: an update. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 2012, 15.5: 424-429.

YONESHIRO, T., S. AITA, MATSUSHITA M.,OKAMATSU-OGURA Y., KAMEYA T., KAWAI Y., MIYAGAWA M., TSUJISAKI, M. & SAITO, M. (2001). Age-related decrease in cold-activated brown adipose tissue and accumulatiob of body fat in healthy humans. *Obesity*, 19,1755-1760.

ZEMAN, V (2006). *Adaptace na chlad u člověka: možnosti a hranice*. Praha: Galén, ISBN 80-7262-331-1.

## Příloha 1:

# Výzkum vlivu otužování na lidský organismus

Vážení a milí otužilci a otužilkyně,  
především vám velmi děkujeme za účast v tomto výzkumu. Věříme, že pravidelným otužováním pomůžete nejenom nám při výzkumu, ale také sami sobě zlepšením zdravotního stavu.

Pokyny pro otužování jsou poměrně jednoduché – po běžném sprchování či koupeli (libovolně večer či ráno) se ještě osprchujte studenou vodou. Ze začátku klidně zkuste vodu vlažnou, postupně během 5-10 dnů ji však zkuste ochlazovat až po úplně studenou. I když nebude úplně ledová, nevadí. Měli byste však při sprše pociťovat intenzivní chlad. Ve studené sprše zkuste vydržet alespoň 10, později 20-30 sekund (třeba si v klidu a pomalu počítejte do 20). Když vydržíte déle, tím lépe. Voda by vám měla stékat po celém těle, především od krku dolů po zádech. Ideální je zchladit si i hlavu, ale nutné to není.

Otužovat se prosím začněte 1.11. 2018, celý výzkum bude trvat přibližně 3 měsíce (do konce ledna 2019). Samozřejmě se nemusíte otužovat každý den – v případě akutních zdravotních potíží či jiných, i subjektivních důvodů, si studenou sprchu dávat nemusíte. Abychom však rozlišili, kdo se otužuje pravidelně každý den a kdo třeba jen 2x týdně, připravili jsme pro vás deník. Tam si, prosím, zapisujte

Vaše otužování si zapisujte do připraveného deníku. Zapisujte tam prosím konkrétní datum a čas, kdy jste se studenou vodou sprchovali a přibližně délku otužování (nemusíte to měřit na stopkách, stačí přibližně pomalým počítáním).

Po přibližně 14 - 30 dnech, kdy by se již teplota vody měla přiblížit cílovému, konstantnímu stavu, vás požádáme o změření teploty vody, kterou se otužujete. Pro změření teploty dostanete od nás teploměr, který budete mít do dvojice. Následně každých 14 dní vás prosíme o opětovné změření vody teploměrem a zapsání teploty do deníku otužilců. Tzn. každý bude mít ve svém deníku 2 měření za 1 měsíc, tj. celkem 6 měření.

Protože chceme zaznamenávat některé změny, které se týkají vašeho tělesného i psychického stavu, požádáme Vás o jednoduché změření některých vašich tělesných parametrů přístrojem BodyStat a o vyplnění dotazníku Vaší duševní pohody a to celkem třikrát- jednou před započatí otužování, jednou v průběhu a jednou po otužování. O možnostech termínu tohoto změření Vás budeme kontaktovat.

V případě jakýchkoliv dotazů nás neváhejte kontaktovat:

[schwachova.nikola@seznam.cz](mailto:schwachova.nikola@seznam.cz), [marieostr4@gmail.com](mailto:marieostr4@gmail.com), [ditom@pf.jcu.cz](mailto:ditom@pf.jcu.cz).

S pozdravem  
Nikola Schwachová  
Marie Ostrá  
Tomáš Ditrich



**Příloha 2:**

**Měření na bodystatu – výzkum vlivu otužování na lidský organismus**

**Jméno:**

**Pohlaví:**

**Výška:**

**Váha:**

**Pas:**

**Boky:**

	<b>Naměřený údaj</b>	<b>Optimální hodnoty</b>
Tuk v % celk. hmotnosti:		
Hmotnost tuku v kg:		
ATH v %: ATH v kg:		
Hmotnost celkem:		
Bezvodá ATH:		
Voda v %:		
Voda v l:		
Bazální metabolismus:		
Metabolická potřeba:		
BMI:		