

**Univerzita Hradec Králové**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra fyziky**

# **Hodnocení zdravotního stavu a tělesného složení pacientů**

**Bakalářská práce**

Autor práce: Barbora Čtvrtečková  
Studijní program: B0533A110005 Fyzikálně-technická měření a  
výpočetní technika  
Studijní obor: Fyzikálně-technická měření a výpočetní technika

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Hlúbik, Ph.D.

## Zadání bakalářské práce

**Autor:** Barbora Čtvrtečková  
**Studium:** S19FY028BP  
**Studijní program:** B0533A110005 Fyzikálně-technická měření a výpočetní technika  
**Studijní obor:** Fyzikálně-technická měření a výpočetní technika

**Název bakalářské práce:** **Hodnocení zdravotního stavu a tělesného složení pacientů**

**Název bakalářské práce AJ:** Evaluation of health status and physical composition of patients

### **Cíl, metody, literatura, předpoklady:**

" zpracujte problematiku z teoretického pohledu fyziologického a fyzikálního " proved'te rešerši současného a dřívějšího stavu problematiky " na základě získaných informací připravte návrh experimentu " proved'te měření " experiment zhodno'te a vypracujte závěry a diskuzi

PAŘÍZKOVÁ, J. Složení těla, metody měření a využití ve výzkumu a lékařské praxi. Med. Sport. Boh. Slov, 1998 Dovalil, J. a kol. (2002). Výkon a trénink ve sportu. Praha: Olympia. Sverre Grimnes Orjan Martinsen, Bioimpedance and Bioelectricity Basics 3rd Edition

**Garantující pracoviště:** Katedra fyziky,  
Přírodovědecká fakulta

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Hlúbik, Ph.D.

**Oponent:** Pavel Hlúbik

**Datum zadání závěrečné práce:** 11.8.2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Ing. Jana Hlúbika, Ph.D., a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové, dne

.....

podpis autora práce

## **Poděkování**

Mé poděkování patří Ing. Janu Hlúbikovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, konzultace, pomoc při výběru tématu a literatury, za podnětné připomínky a rady a dále děkuji všem účastníkům, kteří se podíleli na spolupráci s výzkumem.

## **Anotace**

ČTVRTEČKOVÁ, B. *Hodnocení zdravotního stavu a tělesného složení pacientů*. Hradec Králové, 2022. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Hlúbik, Ph.D.. 71 s.

Tato bakalářská práce se zabývá tématem vyhodnocování tělesného složení a zdravotního stavu náhodných jedinců bioelektrickou impedancí v okolí Hradce Králové. V první části se zabývám teoretickými poznatky o tělesném složení, rozboru jednotlivých komponent tělesného složení, metodami jeho měření a také důležitými poznatky o lidském metabolismu, výživě a s tím spojené onemocnění. Důkladněji se zaměřuji na metodu bioelektrické impedance, která je důležitá pro mou výzkumnou část. V druhé části vyhodnocuji naměřená data, porovnávám je s normálovými hodnotami a zamýšlím se nad případným vylepšení životosprávy.

### **Klíčová slova**

Tělesné složení, tuk, tukuprostá hmota, metabolismus, výživa, onemocnění, bioelektrická impedance, vyhodnocení dat

## **Annotation**

ČTVRTEČKOVÁ, B. *Evaluation of health status and physical composition of patients*. Hradec Králové, 2022. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor Ing. Jan Hlúbik, Ph.D.. 71 p.

This Bachelor thesis deals with the topic of evaluating the body composition and health of random individuals by bioelectric impedance around Hradec Králové. In the first part I deal with theoretical knowledge about body composition, analysis of individual components of body composition, methods of its measurement, as well as important knowledge about human metabolism, nutrition and related diseases. I am focusing more closely on the method of bioelectric impedance, which is important for my research part. In the second part, I evaluate the measured data, compare it with the normal values, and reflect on any improvements in the lifespan.

### **Keywords**

Body composition, fat, fat free mass, metabolism, nutrition, diseases, bioelectric impedance, data evaluation

# Obsah

Seznam tabulek .....	9
Seznam použitých zkratk a značek .....	10
Úvod .....	11
1 Tělesné složení .....	12
1.1 Tělesný tuk .....	14
1.1.1 Proč měřit tělesný tuk .....	16
1.2 Celková tělesná voda .....	16
1.2.1 Distribuce vody v těle .....	18
1.2.2 Pitný režim .....	18
1.3 Svalová hmota .....	19
2 Tělesný metabolismus .....	22
3 Výživa .....	23
3.1 Sacharidy .....	23
3.2 Bílkoviny .....	23
3.3 Tuky .....	24
3.4 Vitamíny .....	24
3.4.1 Důležité funkce vitamínů .....	24
3.5 Minerální látky .....	25
3.6 Řízení příjmu potravy .....	26
3.7 Poruchy příjmu potravy .....	26
4 Onemocnění .....	28
4.1 Diabetes mellitus .....	28
4.1.1 Diabetes mellitus 1. typu .....	28
4.1.2 Diabetes mellitus 2. typu .....	28
4.2 Obezita .....	29
4.2.1 Určení podílu tuku .....	29
4.2.2 Zjištění stupně obezity .....	30
4.2.3 Rozložení tuku v těle .....	32
4.3 Další onemocnění .....	33
5 Metody odhadu tělesného složení .....	34
5.1 Antropometrie .....	34
5.2 Biofyzikální a biochemické metody .....	35

5.2.1	Radiografie.....	35
5.2.2	Ultrazvuk.....	35
5.2.3	Infračervené interakce (NIRI).....	36
5.2.4	Magnetická rezonance .....	36
5.2.5	Denzitometrie .....	36
5.2.6	Hydrostatické vážení .....	37
5.2.7	Hydrometrie .....	37
5.2.8	Izotopy vodíku.....	37
5.2.9	Celková tělesná vodivost .....	37
5.2.10.	DEXA .....	38
5.2.11.	Bioelektrická impedance (BIA) .....	38
6	Výzkumná část.....	43
6.1	Charakteristika souboru .....	43
6.2	Metodika měření.....	43
6.2.1	Charakteristika přístroje .....	43
6.2.2	Statické zpracování dat.....	46
6.2.3	Popis měření.....	46
6.3	Výsledky .....	48
6.3.1	Mladiství.....	49
6.3.2	Dospělé ženy.....	50
6.3.3	Dospělí muži .....	51
6.3.4	Starší dospělé ženy.....	53
6.3.5	Starší dospělí muži .....	53
6.3.6	Vyhodnocení dotazníku .....	54
6.3.7	Celkový souhrn.....	57
	Diskuse .....	61
	Závěr.....	62
	Seznam použité literatury .....	64
	Přílohy .....	66



## **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Optimální složení těla zdravých dospělých

Tabulka 2 - Procentuální zastoupení tělesného tuku v závislosti pohlaví na věku

Tabulka 3 - Procentuální zastoupení

Tabulka 4 - Příjem a výdej vody během dne

Tabulka 5 - Denní potřeba vody v závislosti věku na hmotnosti

Tabulka 6 - Doporučená hmotnost pro dospělé muže a ženy

Tabulka 7 - Rozdělení do kategorií podle BMI a souvislost se zdravotními riziky

Tabulka 8 - Hodnoty fázového úhlu a jejich hodnocení

Tabulka 9 - Srovnání produktů Bodystat

Tabulka 10 - Naměřená data kategorie mladiství

Tabulka 11 - Naměřená data kategorie dospělé ženy

Tabulka 12 - Naměřená data kategorie dospělí muži

Tabulka 13 - Naměřená data kategorie starší dospělé ženy

Tabulka 14 - Naměřená data kategorie starší dospělí muži

Tabulka 15 - Celkový souhrn dat u žen

Tabulka 16 - Celkový souhrn dat u mužů

## Seznam použitých zkratek a značek

$\alpha$ – fázový úhel	kg - kilogram
A – věk jedince	kHz - kilohertz
ATH – aktivní tělesná hmota	kJ – kilojoule
BCM – intracelulární hmota	l - litr
BIA – bioelektrická impedanční analýza	m - metr
BMI – body mass index	mg - miligram
BMR – bazální metabolismus	ml – mililitr
CNS – centrální nervová soustava	$\mu$ A – mikroampér
D – denzita těla	NIRI – infračervené interakce
DEXA – duální rentgenová absorpciometrie	nm – nanometr
ECM - extracelulární hmota	$\emptyset$ - průměr
ECW – extracelulární voda	R – rezistence
F – procentuální podíl tělesného tuku	$\sigma$ – směrodatná odchylka
FFM – tukuprostá hmota	TBW – celková tělesná voda
g – gram	U - jednotky
H – výška jedince	W – hmotnost jedince
ICW – intracelulární voda	X – procento tělesného tuku
J - joule	Xc – reaktance
kcal - kilokalorie	Z – impedance

# Úvod

Bakalářská práce se zabývá měřením tělesného složení vybrané skupiny metodou bioelektrické impedance a následným vyhodnocením naměřených dat. Práce je rozdělena do dvou částí.

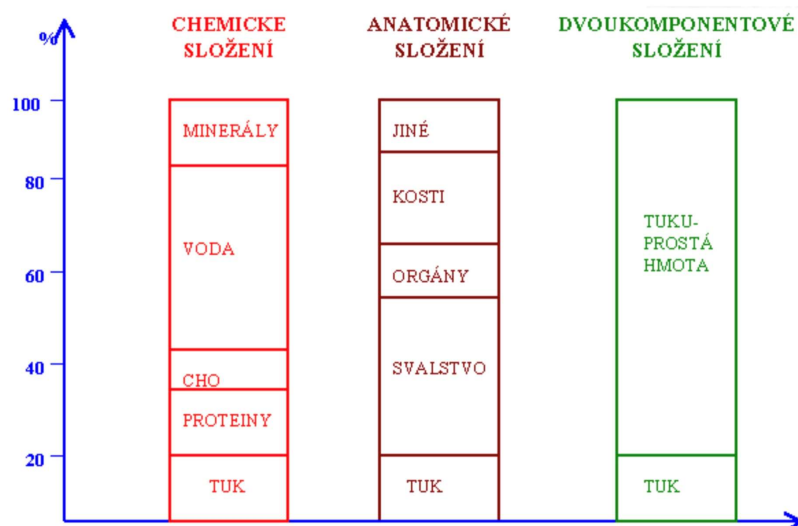
V první části se zabývám teoretickými poznatky o tělesném složení. Podrobněji se věnuji modelům tělesného složení a rozebírám jednotlivé nejdůležitější komponenty tělesného složení, mezi které patří tuková hmota, svalová hmota a celková tělesná voda. Dále vysvětluji pojmy tělesný metabolismus a výživa, u kterých rozebírám jednotlivé složky, které by výživa měla obsahovat pro správný životní styl. Nastíním i některá onemocnění, která se mohou vyskytovat se špatnou životosprávou a jaké jsou jejich příčiny a důsledky. Poslední kapitolou, kterou se zabývám v teoretické části, jsou metody měření tělesného složení. Popisuji několik metod, jak v laboratorním, tak v terénním provedení, mezi které patří např. antropometrie, radiografie, NIRI, DEXA, denzitometrie, izotopy vodíku a v neposlední řadě bioelektrická impedance, která hraje velice významnou roli v mém výzkumu.

V druhé části se věnuji praktickým měřením přístrojem Bodystat Quadscan 4000, jehož princip funguje právě na bázi bioelektrické impedance. Jsou zde vysvětleny základní informace o přístroji, jak celé měření probíhalo a dále zpracování naměřených dat a jejich následné vyhodnocení.

Cílem této bakalářské práce je se seznámit a porozumět věcem spojených s tělesným složením a jeho měřením. Je důležité si najít správné informace o tom, jak naše tělo funguje a jak ho měřit. Už delší dobu se ve svém osobním životě setkávám s nevyváženou stravou a neznalostí o svém tělesném složení, proto jsem svou bakalářskou práci zaměřila právě tímto směrem a v praktické části jsem si tak mohla sama vyzkoušet měření komponent tělesného složení, práci s přístrojem, zpracování a vyhodnocení naměřených dat a poté se zamyslet, jak s těmito výsledky a informacemi v budoucnu pracovat.

# 1 Tělesné složení

Tělesné složení je jedním z velice důležitých ukazatelů vývojového stupně v průběhu života člověka, úrovně zdraví, tělesné zdatnosti a výkonnosti a stavu výživy. Komponenty tělesného složení dělíme na chemický a anatomický model. Z chemického hlediska se tělo skládá z tuku, bílkovin, sacharidů, minerálů a vody. Toto rozdělení je preferováno ve vztahu k tělesným energetickým zásobám. Z anatomického hlediska je tělo stvořeno tukovou tkání, svalstvem, kostmi, vnitřními orgány a ostatními tkáněmi. Toto rozdělení je preferováno v těch případech, kdy se zabýváme vlastními otázkami tělesného složení. Metody pro odhad tělesného složení se dělí podle definic a formulací pěti modelů. [1]



Obr. č. 1 - Modely tělesného složení [1]

## Anatomický model

Jedná se o zastoupení jednotlivých prvků v organismu. Prvky jako jsou kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor zastupují 98% tělesné hmotnosti, zbývající 2 % je dalších asi 44 prvků. Ke zjištění atomárního složení prvků slouží neutronové aktivační analýzy. [1, 2, 3]

## Molekulární model

Jedná se o 11 hlavních prvků, které vytvářejí přes 100 000 chemických sloučenin tvořených v lidském těle. Hlavní sledované komponenty jsou:

tělesná hmotnost = voda + lipidy + proteiny + minerály + glykogen.

Izotopovou diluční metodou lze měřit celkovou tělesnou hmotu, minerály pomocí dual-fotonové absorpce. [1, 2, 3]

### Buněčný model

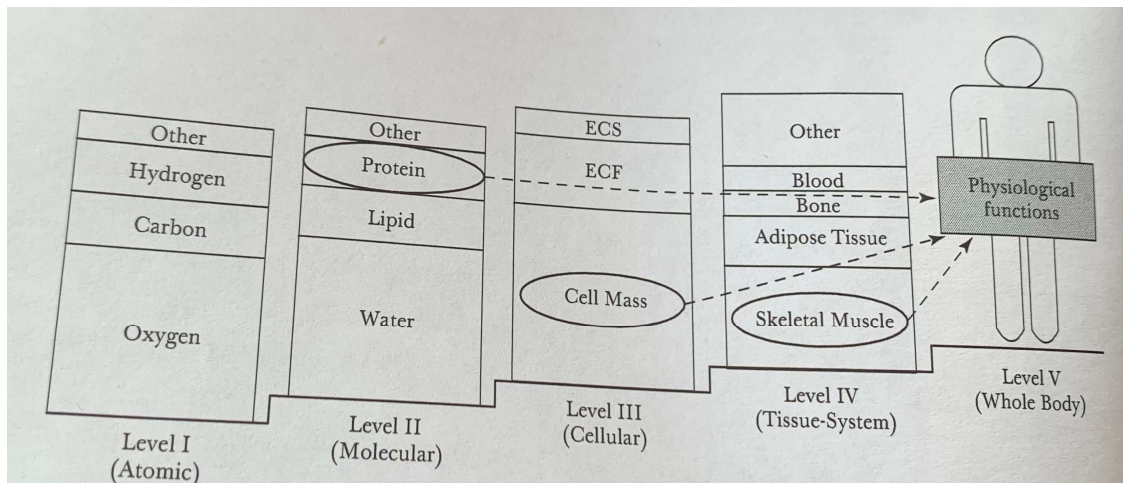
Je založen na spojení jednotlivých molekulárních komponent v buňky, uvádí Riegerová [1]. Důležitou komponentou je extracelulární tekutina. Hmotnost těla se dělí na buňky tukové tkáně, svalové a pojivové buňky, extracelulární tekutinu a organické a anorganické látky. Metody pro měření této tekutiny jsou, již zmíněné, izotopové diluční metody nebo neutronová aktivační analýza. [1, 2, 3]

### Tkáňový model

Jde o uspořádání molekul do kostní, svalové a tukové tkáně. Používané metody jsou magnetická rezonance či tomografie. [1, 2, 3]

### Celotělový model

Jedná se o tělesnou výšku, hmotnost, hmotnostně-výškové indexy, délkové, šířkové, obvodové rozměry, kožní řasy, objem a denzita těla. [1, 2, 3]



Obr. č. 2 - Pětistupňový model tělesného složení [3]

V praxi se podle možností a použití přístrojů a technik dělí lidské tělo na dvou/tří/čtyřkomponentový model. Nejčastěji využívaný a zároveň zjednodušený pro snadnější měření v praktické a klinické oblasti je dvoukomponentový model, který se skládá z tuku a tukuprosté hmoty (aktivní tělesná hmota). Tříkomponentový model

rozlišujeme na tuk, vodu a sušinu (bílkoviny, minerály). V praxi je zjednodušené provedení tohoto modelu na podíl tuku, svalstva a kostní tkáň. Čtyřkomponentový model zahrnuje tuk, extracelulární tekutinu, buňky a minerály. [1, 3]

Tabulka 1 nám udává správné procentuální zastoupení jednotlivých komponent tělesného složení u zdravých dospělých.

Tabulka 1 - Optimální složení těla zdravých dospělých [1]

Základní složky	Muži	Ženy
Voda	62,4 %	56,5 %
Minerální látky	5,8 %	5,3 %
Svalovina	16,5 %	15,2 %
Tělesný tuk	15,3 %	23,0 %
Celkové zastoupení	100 %	100 %

## 1.1 Tělesný tuk

Mezi nejproměnlivější komponentu tělesného složení patří tuk, který je faktorem individuální variability tělesného složení během celého vývoje jedince. Můžeme ho jednoduše ovlivnit výživovým režimem a pohybovou aktivitou. Množství tuku je potřeba udržovat ve správných hodnotách pro zdravý stav člověka. Důležité funkce tukové hmoty jsou mechanické, metabolické a termoregulační. Tuk jako takový nám pomáhá při regulaci tělesné teploty, zajišťuje ukládání vitamínů, chrání naše klouby a orgány a také slouží jako zásobárna energie. Dále je tuk významný pro činnost nervové soustavy. Abychom dosáhli plnohodnotného vývoje, je zapotřebí mít příjem tuků vyvážený. Na tuk se často lidé dívají jako na škodlivou látku pro tělo. Bez tělesného tuku se zkrátka neobejdeme. Jak již bylo řečeno, tuk nám pomáhá uchovávat v těle důležité vitamíny, jako jsou A, D, E, K (jsou rozpustné v tucích). Tyto vitamíny jsou snadněji skladovatelné než vitamíny rozpustné ve vodě a zůstávají v těle jako rezervy několik dnů.

Je zapotřebí si hlídat správné množství tuku v těle, protože nižší či vyšší hodnoty mají pro naše tělo negativní vliv. Nízké hodnoty tuku v těle by mohly ohrozit normální funkčnost organismu, termoregulaci a další procesy. Největším rizikem je nedostatek esenciálních mastných kyselin v potravě, kvůli kterým dochází ke zpomalení růstu, snížení tělesné výkonnosti a snížení tělesné redukční schopnosti. V dnešní době daleko častějším problémem je nadměrný příjem tuků, u kterého se můžeme setkat s různými nemocemi. Mezi tato onemocnění patří problémy kardiovaskulárního systému či diabetes mellitus. Dále se nadbytek tuku podílí na degradaci žlučníku a střev a vzniku nádorových onemocnění. Ve většině případech má vliv na tělesné složení genetika, pak také i celkový zdravotní stav organismu, pohybová aktivita a výživové faktory.

Doporučená denní dávka tuků u dospělého člověka je asi 25 - 30 energetických procent, tj. 60-100 g/den. Za posledních několik let se příjem tuků v populaci pohybuje okolo 115-120 g/den, což náleží asi 150% denní doporučené dávky. Tuky ve stravě přidávají potravinám příjemnou konzistenci, vůni, chuť a také nás dobře zasytí.

Procentuální množství tuku v těle se liší podle pohlaví a věku jedince. U žen je tato hodnota v rozmezí 15 – 23 % celkové hmotnosti v průběhu 30. – 50. roku života, u mužů o něco méně, tedy 11 - 17%. Těchto rozdílů nabude v období puberty, v dětství se množství tuku u dívek a chlapců tolik neliší. [1, 4]

Tabulka 2 - Procentuální zastoupení tělesného tuku v závislosti pohlaví na věku [5]

Věk	< 30	30 – 50	> 50
ženy	14 – 21 %	15 – 23 %	16 – 25 %
muži	9 – 15 %	11 – 17 %	12 – 19 %

Mezi tuky se také řadí cholesterol, avšak po chemické stránce není tukem, ale tuky doprovází. Je součástí potravin živočišného původu. Cholesterol je důležitý pro tvorbu buněčných membrán, je potřebný pro tvorbu hormonů a vitamínu D a podílí se na tvorbě nervové tkáně. Zdrojem cholesterolu je vaječný žloutek, kaviár, uzeniny, máslo a tučné maso. Maximální hranice denního příjmu cholesterolu je 300 mg/den (např. 1,5 vejce). Polovina přijatého cholesterolu se vstřebává v tenkém střevě a zbytek se

vyloučí. Příliš vysoká hranice přijatého cholesterolu je rizikem pro naše srdce. Naopak při nedostatečném příjmu cholesterolu se snižuje jeho redukce v játrech. [4, 6, 7]

### 1.1.1 Proč měřit tělesný tuk

Správné množství tuku v těle nám pomáhá s důležitými funkcemi, jako jsou ochrana kloubů, ukládání vitamínů a regulace tělesné teploty. Nadměrné množství tuku v našem těle může vyústit v kardiovaskulární onemocnění nebo cukrovku. Ovšem opačná situace, tedy mít co nejméně tukové hmoty, nás vystavuje taktéž rizikům. Optimální tedy je dosáhnout a udržovat zdravý poměr mezi objemem svalové a tukové hmoty. To je potřeba si uvědomit při redukci tělesné hmotnosti. [6]

## 1.2 Celková tělesná voda

Voda je nezbytnou součástí našeho organismu. Během celého vývoje se množství v těle mění a závisí na věku i pohlaví jedince. Na začátku naše tělo obsahuje velkou část vody (stejně u obou pohlaví) až do puberty, poté se množství vody v těle u mužů a žen liší. Procentuální zastoupení vody v těle v různých věkových kategoriích představuje tabulka 3. U obézních lidí množství vody klesá pod hranici 45 %. Největší zastoupení má voda ve svalové tkáni, tvoří tak 75 %, poté v kůži, tj. 72 %. Nejméně vody obsahují kosti (22 %) a v tukové tkáni je pouhých 10% vody. To nám potvrzuje, proč mají obézní lidé malé množství vody. [4, 7, 8]

Tabulka 3 - Procentuální zastoupení vody [9]

Kategorie	Dětství	Muži	Ženy	Starší lidé
Množství vody	70 - 80 %	kolem 60 %	50 - 55 %	kolem 50 %

Hypotalamus (část mozku) řídí regulaci příjmu vody, která je dána pocitem žízně, díky které máme stálý příjem vody. Bez vody je organismus schopen vydržet až sedm dní, ale už po druhém dni nastávají závažné potíže. Vlivem metabolismu, pocení a dýchání organismus vodu ztrácí, proto ji musíme doplňovat, tedy příjem i výdej vody musí být vyrovnaný. V tabulce 4 jsou vidět orientační změny příjmu a výdeje vody v průběhu dne u jednotlivých složek. [4, 7, 8]



Tabulka 4 - Příjem a výdej vody během dne [7]

Příjem		Výdej	
Nápoje	1200-1500 ml	Ledviny	500-1400 ml
Pestrá strava	700-1000 ml	Plíce	350 ml
Metabolická voda	200-300 ml	Kůže	250-700 ml
-	-	Stolice	150 ml
Celkem	2100-2800 ml	Celkem	2600 ml

Příjem vody je u každého jedince individuální. Záleží na druhu nápojů a druhu konzumované stravy, u které je variabilní obsah vody v jednotlivých typech potravin. U výdeje vody záleží na tělesné aktivitě během dne, na vlivu okolního prostředí a také na zdravotním stavu jedince. Při krvácení či zvracení dochází také ke ztrátám tekutin. U dětí je rovnováha příjmu a výdeje vody 2-5 krát větší než u dospělých. [7]

Voda v organismu se podílí na udržení homeostázy a regulaci tělesné teploty.

Pokud je rovnováha mezi příjmem a výdejem tekutin, jedná se o optimální hydrataci organismu. Voda je vstřebávána v trávicím traktu v množství přibližně 9 l/den (z toho 7 l je z trávicích šťáv). Vlastní vstřebávání vody pak probíhá v tenkém střevě a zčásti v tlustém střevě. Naše tělo reaguje na pokles tekutin pocitem žízně.

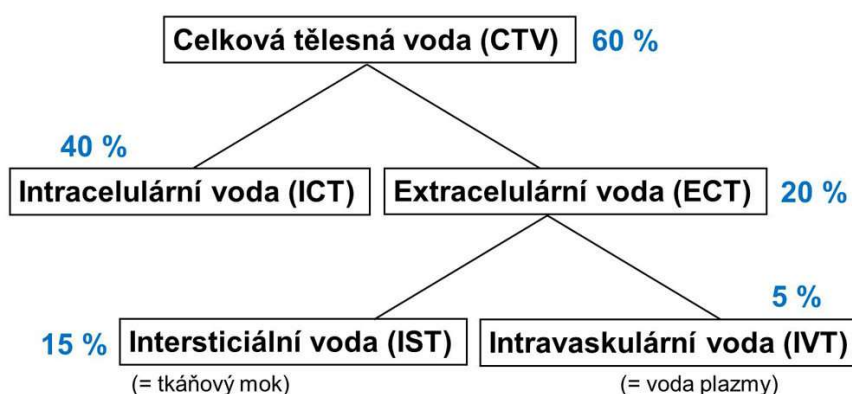
Pokud je příjem tekutin nižší než její výdej, pak hovoříme o dehydrataci organismu. Dehydratace se projevuje pocitem žízně, bolestí hlavy, únavou nebo suchou kůží či sliznicí. Pokud je příjem tekutin dlouhodobě nízký, dochází ke vzniku ledvinových a žlučnickových kamenů. V některých případech může dojít k hyperhydrataci, tj. nadměrný příjem tekutin. V této situaci se mohou vyskytnout onemocnění jako je špatná funkce srdce či ledvin. [7, 10]

### 1.2.1 Distribuce vody v těle

Celková tělesná voda je označení pro veškerou vodu v organismu, kterou rozlišujeme na dva typy:

- Intracelulární tekutinu (ICW), která je obsažena v buňkách. Tvoří tedy 2/3 celkové tělesné vody a není příliš závislá na výživě.
- Extracelulární tekutinu (ECW), která se vyskytuje mimo buňky. Ta naopak tvoří pouze 1/3 z celkové tělesné vody a dále ji rozlišujeme na intersticiální (tkáňový mok), intravazální (krev a lymfa) a zvláštní ECT, která je uložena v dutinách (kloubní tekutina). ECT poukazuje na stav výživy (hydrataci organismu). [4, 7]

Model rozložení tělesné tekutiny popisuje obr. č. 3



Obr. č. 3 - Distribuce vody v těle [11]

### 1.2.2 Pitný režim

Příjem vody během dne by měl být plynulý. Množství přijaté vody je individuální a záleží na věku, pohlaví, zdravotním stavu, fyzické činnosti, teplotě prostředí apod. Orientační denní příjem vody je znázorněn v tabulce. Pitný režim je označení pro příjem nealkoholických nápojů. Ideální nápoj by měl mít kyselou či mírně trpkou chuť a teplotu přibližně 8-10 °C nebo vyšší. Sladká chuť či velice nízká teplota nápoje zvyšuje pocit žízně. Základ pitného režimu je pitná voda (nejlépe voda z kohoutku, případně balená voda pramenitá) či minerální vody (př. Mattoni a Magnesia). Džusy bychom měli pít v ředěné podobě 1:1 nebo 1:2 pro vysokou energetickou hodnotu. Pro správný a zdravý příjem vody bychom neměli pít limonádové a kolové nápoje, případně pouze zředěná. Kávu do pitného režimu nepočítáme kvůli diuretickému účinku. Nejvhodnější

je pít nesycené nápoje, protože CO<sub>2</sub> v nápojích bereme jako odpadní látku, které se tělo neustále zbavuje. [7]

Tabulka 5 - Denní potřeba vody v závislosti věku na hmotnosti [7]

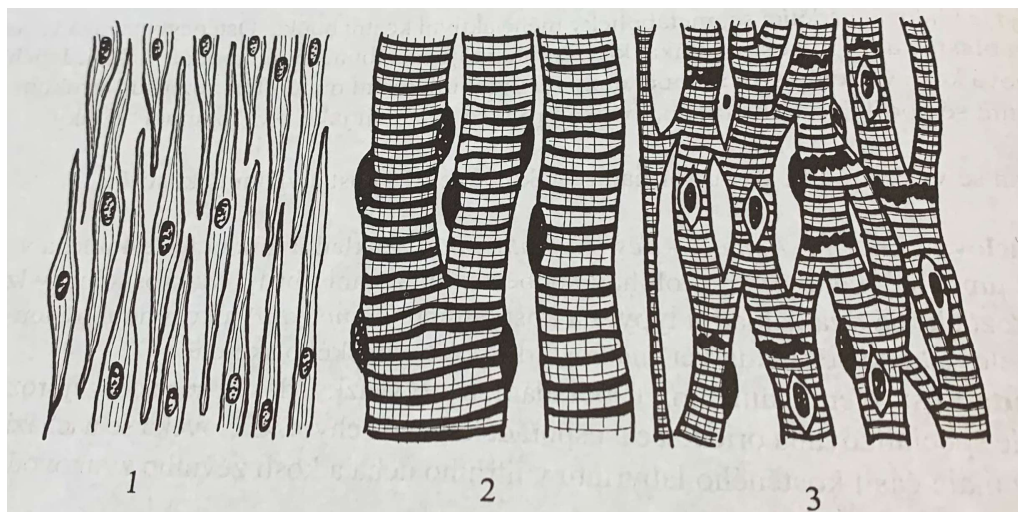
Věk	Hmotnost	Tekutiny	-
Novorozenci	2,5-4 kg	100-150 ml/kg/den	-
Kojenci	4-11 kg	150-120 ml/kg/den	-
Děti do 6 let	11-20 kg	100-80 ml/kg/den	1000 ml + 50 ml na každý kg nad 10 kg hmotnosti
Děti 7-15 let	Od 20 kg	80-40 ml/kg/den	1500 ml + 20 ml na každý kg nad 20 kg hmotnosti
Dospělí	Od 50 kg	Cca 40 ml/kg/den	Cca 2500 ml a více

### 1.3 Svalová hmota

Charakteristickou vlastností svalové tkáně je stažitelnost. Svalovou tkáň rozlišujeme na tři druhy:

- Svalová tkáň hladká - je tvořena jednojadernými vřetenovitými buňkami, ve kterých probíhají myofibrily. Hladká svalovina se nachází v žaludku, ve střevech, dýchacích cestách, močovodech, vejcovodech, v kůži u kořene vlasů a na dalších místech. Charakteristickou vlastností hladké svaloviny je pomalá a dlouhotrvající kontrakce, která je řízena autonomními nervy. Není tedy ovlivnitelná vůlí.
- Svalová tkáň příčně pruhovaná - myofibrily jsou obsaženy v mnohojaderných buňkách. Toto svalové vlákno se pod mikroskopem jeví jako příčně pruhované, protože se myofibrily skládají ze světlých a tmavých úseků. Příčně pruhované svalstvo je základ pro kosterní svaly, svaly jazyka, hltanu, konečníku a další.

- Svalová tkáň srdeční - neboli myokard se velice podobá příčně pruhované svalové tkáni svojí strukturou. Základní buněčnou jednotkou je kardiomyocyt. Tato svalová tkáň je uspořádána do složité prostorové sítě, která tvoří buněčné řetězce. Tyto řetězce jsou spojovány interkalárními disky, které rozdělují srdeční svalovinu na jednojaderné úseky. Myokard nevyvolává srdeční činnost, pouze ji může ovlivnit, tedy zpomalit či zrychlit. [7]



Obr. č. 3 - Druhy svalových tkání: 1 - svalová tkáň hladká, 2 - svalová tkáň příčně pruhovaná, 3 - svalová tkáň srdeční [7]

Svalová soustava člověka se skládá z příčně pruhované svalové tkáně. Projevuje se základní vlastností živé hmoty, dráždivostí a stažlivostí. Je schopna tedy reagovat na elektrické a mechanické podněty. Kosterní svalstvo zajišťuje pohyb organismu a jeho částí. [7]

V těle člověka se nachází přibližně 600 svalů. Procentuální množství svalstva v lidském těle závisí na pohlaví, věku i na sportovní zátěži. S rostoucím věkem se mění množství svalstva v našem těle. U novorozenců obsahují svaly 20 % celkové hmotnosti, u dospělých mužů z celkové hmotnosti tvoří svalstvo 40 % a u žen 32 %. U sportovců může dosáhnout hmotnost svalstva až 45 % celkové hmotnosti, ovšem naše procentuální vyjádření svalů může klesnout na hranici 30 % celkové hmotnosti za určitých okolností (např. hladovění). K největšímu nárůstu svalstva dochází v 16 letech u dívek a v 18 letech u chlapců. Z celkového množství svalstva připadá na dolní

končetiny 56 % hmotnosti, 28 % na horní končetiny a zbylých 16 % jsou svaly hlavy a trupu. Ve stáří pak svalové hmoty ubývá a je nahrazována například tukovou tkání. Svalové vlákno je základní jednotkou kosterního svalstva. Sval je složen z masité, vazivové a šlachové části. Součástí jsou také svaly cév a nervy. [7]

## 2 Tělesný metabolismus

Neboli látková přeměna je základní proces organismu. Metabolismus zahrnuje příjem potravy, trávení, vstřebávání, transport, využití a vylučování odpadních látek. Probíhají zde chemické reakce, ve kterých získáváme energii z přijaté potravy, dochází k výstavbě a obnově struktury a funkce buněk, tkání a celého organismu a k udržení stálé teploty těla. Zkrátka to jsou všechny chemické děje probíhající v našem těle. Přeměna látek probíhá neustále a dochází tak ke dvěma nejdůležitějším dějům. Anabolismus je děj, při kterém dochází k syntéze jednodušších látek na složitější, přičemž se spotřebovává energie. Druhým dějem je katabolismus, při kterém dochází ke štěpení složitých látek na jednodušší a energie se uvolňuje. Lidský organismus přijímá potravou hlavní a vedlejší živiny. Mezi hlavní živiny patří sacharidy, bílkoviny a tuky, mezi vedlejší živiny pak řadíme vitamíny, minerální látky a vodu. [4, 7, 8]

Bazální metabolismus je energetická potřeba člověka pro zajištění základních vitálních funkcí. Pro každého člověka je tato energetická potřeba individuální, protože je závislá na pohlaví, věku, hmotnosti i výšce jedince, zdravotním stavu a tělesném složení (procentuální podíl tukuprosté tělesné hmoty a tukové složky). Metabolismus je nejvíce ovlivněn hormony štítné žlázy či hormonem hypofýzy. Hodnoty bazálního metabolismu se u novorozenců pohybují okolo 1670 kJ/den a u dospělých mezi hodnotami 5000 - 8000 kJ/den, průměrně 6700 kJ/den. Přesnou hodnotu bazálního metabolismu určujeme pomocí experimentu za dodržení určitých podmínek: 12 hodin po posledním jídle, být vleže, mít zavřené oči, mít fyzický a psychický klid a být v místnosti, kde je 20 °C. [7, 8]

Můžeme ji také vypočítat pomocí různých rovnic:

- Výpočet podle Harrise a Benedicta

$$\text{Ženy: } BMR = 655,0955 + (9,5634 * W) + (1,8496 * H) - (4,6756 * A) \text{ kcal/den}$$

$$\text{Muži: } BMR = 66,473 + (13,7516 * W) + (5,0033 * H) - (6,755 * A) \text{ kcal/den}$$

- Výpočet podle Mifflina a St. Jeore

$$\text{Ženy: } BMR = (10 * W) + (6 * H) - (5 * A) - 161 \text{ kcal/den}$$

$$\text{Muži: } BMR = (10 * W) + (6 * H) - (5 * A) + 5 \text{ kcal/den}$$

- Výpočet podle Katche a McArdleho

$$BMR = 370 + 21,6 * (1 - F) * W \text{ kcal/den,}$$

kde  $W$  je váha v kilogramech,  $H$  je výška v centimetrech,  $A$  je věk v letech,  $F$  je procentuální podíl tělesného tuku. [12, 13]

## 3 Výživa

Výživa má dvě funkce, při kterých dochází k tvorbě a výstavbě tkání (stavební funkce) a metabolismu (energetická funkce). Aby naše tělo mohlo bez problémů fungovat, je zapotřebí dát mu příjem energie ze základních složek: sacharidy, lipidy, bílkoviny, vitaminy, minerální látky a vodu. Tyto složky by měla obsahovat každá strava jedince pro správnou životosprávu. Množství těchto složek z energetického a chemického hlediska závisí na našem věku, fyziologickém stavu (př. těhotenství) a také typu zaměstnání. Denní příjem energie jedince, by měl odpovídat jejímu výdeji. Jednotkou energie je joule (J), ale v praxi se spíše využívá kilojoule (kJ). Energie se také dá vyjádřit v kaloriích (cal) resp. v kilokaloriích (kcal). Vztah mezi jednotkami je  $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$ ,  $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$ . Čím větší máme fyzickou aktivitu, tím větší by měl být denní příjem potravy. Pro představu, pro sedavé zaměstnání člověk potřebuje přijmout přibližně 12 500 kJ, naopak u fyzicky pracujících je to rozmezí 17 000 - 21 000 kJ denně. Je vhodné dodržovat správný energetický příjem, avšak je potřeba klást důraz také na strukturu živin: sacharidy 50 - 60 %, bílkoviny 15 % a tuky 20 - 40 %. Pro správný přísun živin je třeba přijímat potravu živočišného i rostlinného původu. Nadměrný příjem či nedostatek živin může způsobovat různorodé onemocnění spojené s naším tělem. Mohou to být: obezita, vysoký krevní tlak, infarkt myokardu, osteoporóza a další. [8, 14]

### 3.1 Sacharidy

Hlavním zdrojem energie jsou sacharidy, které jsou buď snadno stravitelné (glykogen z masa, rostlinný škrob) nebo těžko stravitelné (celulóza). Celulóza, tedy vláknina, napomáhá našemu tělu pohybu střev a brání zácpě. Mezi zdroje vlákniny patří zelenina, obiloviny či luštěniny. Důležitým úkolem vlákniny je snížení výskytu střevních nádorů a hladiny cholesterolu v krvi. Mezi důležitý význam sacharidů tedy patří zdroj a zásoba energie, jediný zdroj energie pro mozek, stavební materiál a regulace metabolismu v játrech. [14]

### 3.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou zdrojem aminokyselin pro stavbu buněčných struktur. Je nezbytné, aby přijaté bílkoviny obsahovaly esenciální aminokyseliny. Esenciální aminokyseliny jsou

takové, které tělo nedokáže vytvořit samo, proto je potřebujeme přijímat z potravy. To jsou živočišné bílkoviny, které jsou obsaženy např. v mléce, vejci, masu. Doporučený denní příjem bílkovin odpovídá 1 - 1,5 g na kilogram hmotnosti dospělého jedince. Nedoporučuje se optimální denní příjem bílkovin překročit, protože se poté bílkoviny přeměňují na tuky (zásoba energie) a nedochází k nárůstu svalové hmoty. [4, 14]

### **3.3 Tuky**

Tuky neboli lipidy jsou také velice důležitým zdrojem energie, zvláště při fyzické námaze. Další významnou funkcí tuků je rozpustnost vitamínů A, D, E, K, které přispívají k normální funkci imunitního systému, vstřebávání vápníku nebo normální srážlivosti krve. Opět je zde důležité, aby denní příjem tuků nepřekračoval optimální hranici, neboť může docházet k jeho ukládání a toto může vést k různému onemocnění. [4, 14]

### **3.4 Vitamíny**

Vitamíny jsou velice nezbytné pro náš organismus, ale neslouží jako zdroj energie. Účastní se při chemických reakcích a dělíme je na dvě skupiny: rozpustné v tucích a ve vodě. Nedostatečný přínos vitamínů pro nás představuje riziko. Vitamíny je třeba přijímat v malém množství. Nesmí překročit hranici 10 mg za den, výjimkou je však vitamín C. [8, 14]

#### **3.4.1 Důležité funkce vitamínů**

Vitamíny rozpustné v tucích se vstřebávají tehdy, pokud je správné vstřebávání tuků tzn. dostatek moči, správná funkčnost mechanismu pro přenos tuků.

- A (retinol) je obsažen v játrech a mléčném tuku. Je důležitý pro růst buněk, sliznice, kůže i kostí. Pokud nemáme dostatek vitamínu A, hrozí nám vysušení rohovky, poruchy růstu či vznik šerosleposti.
- D (kalciferol) je obsažen v játrech, rybím tuku a v bílku. Důležitou funkcí tohoto vitamínu je metabolismus vápníku. Při nedostatku vzniká křivice, při které je přerušen zdravý vývoj kostí. Kosti se při zátěži kříví, proto vznikají nohy do tvaru O. V dospělém věku pak kosti slábnou a lámou se. Při nadměrném užívání vitamínu D mohou vznikat ledvinové kameny.



- E (tokoferol) je obsažen v podstatě ve všech potravinách, zejména v rostlinných olejích. Tento vitamín má antioxidační účinky, brání tak stárnutí nebo nádorovému bujení. Při jeho nedostatku dochází k narušení metabolismu.
- K je obsažen v salátech, obilných klíčcích a v mléce. Je důležitý pro syntézu protrombinu v játrech, který uchovává normální srážlivost krve. Je-li nedostatek vitamínu K, dochází k narušení srážlivosti krve. [4, 8, 15]

Vitamíny rozpustné ve vodě:

- B vitamin je komplex vitaminů B1, B2, B3, B5, B6, B9 a B12. Vyskytují se v mase, mléce, obilí, rybách, droždí, zelenině atd. Funkce těchto vitaminů jsou např. metabolismus cukrů a bílkovin, tvorba bílkovin. Při nedostatku může nastat: zánět kůže, svalová slabost, poruchy CNS nebo epileptické záchvaty.
- C je obsažen v čerstvé zelenině a ovoci. Pomáhá udržovat normální metabolismus, kvalitu chrupavek a podporuje tvorbu protilátek. Nedostatek tohoto vitamínu způsobuje kurděje či Mollerova-Barlowovu nemoc.
- H (biotin) je obsažen v syrovém žloutku, játrech a kvasnicích. Důležitou funkcí tohoto vitamínu je podpora dělení buněk a účastní se metabolismu bílkovin. Při nedostatku dochází ke svalové bolesti, nechutenství či únavě. To ve většině případů nastává u vegetariánů, za normálních podmínek nikoli. [4, 8]

### 3.5 Minerální látky

Minerální látky se účastní při tvorbě struktury těla a zjišťování fyziologických funkcí organismu. Mezi nejvýznamnější minerály patří soli sodíku, draslíku, vápníku a hořčíku. Celkem však organismus vyžaduje přes 20 anorganických látek. Minerální látky tvoří pouze 4 % z celkové tělesné hmotnosti a 83 % jich je obsaženo v kostech. Sodík přijímáme v podobě kuchyňské soli a pomáhá zadržovat vodu v těle. Při nadměrném příjmu sodíku se zvyšuje riziko kardiovaskulárního onemocnění. Draslík zajišťuje činnost srdečního svalu, kosterního svalstva a nervstva. Vápník je důležitý pro krevní srážlivost a je potřebný pro správný růst. Hořčík hraje také důležitou roli při srdeční činnosti, dále je významný při látkové přeměně. Je potřeba přijímat minerální látky z potravy, protože malé množství soli je vylučováno naším tělem. Některé minerály jsou pro naše tělo toxické, jako např. rtuť či olovo. [14, 15]

### 3.6 Řízení příjmu potravy

Hypotalamus nám řídí nejen příjem vody ale také příjem potravy. Nachází se zde centrum pro příjem potravy, sytosti a hladu. Tato centra jsou ovlivněna:

- teplotou krve, která protéká samotným hypotalamem (příjem potravy je snížen teplotou krví);
- impulzy z mozkové kůry (časový harmonogram příjmu potravy);
- podmíněnými reflexy (tj. hovoříme o jídle; hledíme na člověka, který jí, což nám dává pocit hladu);
- kontrakcemi žaludku (nejdůležitější informace vyvolávající pocit hladu);
- stresem;
- některými hormony (štítná žláza).

Základní pocity jsou hlad a chuť, které jsou spojeny s potravním chováním. Hlad je stav, který je vyvolán pocitem prázdného žaludku a hladovými kontrakcemi. Je to subjektivně vnímaný stav, který je u každého jedince individuální. Opačný stav se nazývá sytost. Je důležité nezaměňovat pojem hlad a chuť, protože pojem chuť znamená touha po konkrétním jídle. [8]

### 3.7 Poruchy příjmu potravy

Anorexie je porucha, při které jedinec odmítá normální dávku stravy. Nejčastěji se jedná o mladé dívky a ženy, které mají obavy z tloustnutí. Důsledkem příjmu potravy (velice omezené množství) je ubývání tělesné hmotnosti, atrofie kosterního svalstva (zmenšení), zácpa, hypotenze (nízký krevní tlak), nepravidelná menstruace a zvýšená citlivost vůči infekcím. Nízký příjem potravin často vede k záměrnému zvracení. Anorexie je spojena s psychickými změnami. Léčba anorexie je v podobě psychoterapie či v extrémních případech hospitalizace spojená s umělou výživou. U vrcholových sportovců se setkáváme s anorexií v rozmezí 4 až 14 % žen, a to u těchto sportů: gymnastika, balet, plavání nebo cyklistika. [4, 14, 16]

Bulimie je porucha, která se projevuje silným puzením a nezřízenou chutí k jídlu. Opět se toto onemocnění týká mladých žen, jejichž příjem potravy je nadměrný a obava z tloustnutí vede ke zvracení či užívání projímadel. Poté nastává dehydratace a metabolický rozvrat stejně jako u anorexie. Typickým znakem bulimie je nadměrná

fyzická zátěž, což je obtížné rozeznat u vrcholových sportovců. Důsledkem často bývá špatná činnost ledvin a jater, suchá pokožka, časté infekce i svalové křeče. Při léčbě je nutná terapie. [14, 16]

## **4 Onemocnění**

### **4.1 Diabetes mellitus**

Neboli cukrovka je onemocnění, při kterém organismus není schopen dodávat dostatečné množství inzulínu. Jídlo, které přijmeme, se rozkládá na glukózu (jednoduchý cukr) a další materiály, která v našem těle transportuje krev. Glukózu pak využíváme jako zdroj energie. Aby naše tělo mohlo pracovat s glukózou, je zapotřebí dodat hormon inzulín, který je vytvářen ve slinivce břišní za žaludkem. Funkcí inzulínu je snížení hladiny cukru v krvi. Vlivem inzulínu proniká glukóza do buněk, kde slouží jako zdroj energie (popř. je přeměněna na zásobní glykogen). Bez inzulínu tedy naše buňky nemohou získat energii z potravy a dochází ke zvýšení hladiny cukru v krvi. Cukrovku rozlišujeme na dva hlavní typy, které mají podobné příznaky, ale odlišné příčiny vzniku. [17]

#### **4.1.1 Diabetes mellitus 1. typu**

Jedná se o pacienty s nedostatkem inzulínu a jsou doživotně závislí na aplikaci inzulínu (forma injekcí/pera) a určité dietě. Těmto pacientům selže jejich imunitní systém, který se obrátí proti buňkám v těle. Neboli imunitní buňky působí proti B buňkám slinivky břišní, které produkují inzulín. Pokud máme v těle nedostatek inzulínu, hladina glukózy v krvi se zvyšuje a dochází k hyperglykémii. Mezi příznaky diabetes mellitus 1. typu se řadí únava, nevykonnost, hubnutí, nadměrné pití, nechut' k jídlu i časté močení. Jelikož cukr na sebe váže vodu, proniká do moči a to vede k dehydrataci pacienta. Ve vážnějších případech může nastat hyperglykemické kóma, což znamená, že pacient upadá do bezvědomí a zhluboka dýchá. Většinou je tento typ cukrovky odhalen náhodně či na odběrech krve. Ve většině případů toto onemocnění postihuje děti či mladé dospělé, avšak může se vyskytnout v každém věku. Za posledních několik let počet výskytu u onemocnění diabetes mellitus 1. typu dosáhl dvojnásobku, jedná se ale pouze o 6 % z celkového počtu pacientů trpících diabetes mellitus, tvrdí statistiky. [4, 17]

#### **4.1.2 Diabetes mellitus 2. typu**

Jedná se o pacienty, kteří dodržují špatnou životosprávu. Často dochází k poškození ledvin. Mezi příčiny vzniku cukrovky 2. typu se řadí nedostatečný pohyb, špatné

stravovací návyky a obezita (většina případů). Lze tedy částečně této nemoci zabránit či oddálit. Projevy této nemoci jsou obdobné jako u diabetes mellitus 1. typu, ale spíše méně výrazné (zvýšený pocit žízně, časté močení, únava či bolest). Toto onemocnění postihuje většinou jedince nad 45 let věku. Vyskytuje se přes 90 % všech diagnostikovaných případů cukrovky na celém světě. V dnešní době diabetes mellitus 2. typu postihuje bohužel i děti a také se přenáší z generace na generaci. Ve většině případů je toto onemocnění rozpoznáno až po několika letech, kdy vznikají komplikace. [4, 18, 19]

## **4.2 Obezita**

Neboli otylost je stav jedince, který se vyznačuje přebytkem tělesného tuku. Je to choroba, která nastává v případě, kdy je energetický příjem větší než energetický výdej a nadbytek energie se ukládá do tukové tkáně. Jak již bylo řečeno, tuk je velice důležitým zdrojem zásobní energie a plní své izolační a strukturální funkce v těle. Průměrné procento tuku v těle u dospělých mužů se pohybuje okolo 15 - 18 % a u žen okolo 22 - 25 %. Obezita se charakterizuje zvýšením procenta tělesného tuku, tedy u mužů je to nad 25 % tělesné hmotnosti a u žen pak nad 30 % tělesné hmotnosti. [15, 20]

### **4.2.1 Určení podílu tuku**

Určování procenta tuku v organismu je velice obtížné. Máme tři základní metody.

První metoda je založena na určení tuku pomocí podvodního vážení. Princip je založen na rozdílu hustoty lidského tuku a beztukové hmoty. Pacient se ponoří včetně hlavy pod vodu. Také se zde započítává objem vzduchu, který zůstává u pacienta v plicích po maximálním výdechu. Údaje o váze se nám zobrazují na počítači a poté se vyhodnotí aktuální hodnoty podílu tuku a beztukové hmoty v těle.

Druhá antropometrická metoda vychází ze stanovení tloušťky několika podkožních řas a předpokládáme vzájemný vztah mezi množstvím podkožního a celkového tělesného tuku. Tato metoda je velice jednoduchá a vyžaduje pouze přístroj na měření podkožních řas (kaliper) a vyučený personál.

Třetí metoda elektrické impedance využívá rozdíl vodivosti tukové a beztukové tkáně. Výsledek je ovlivněn obsahem vody v organismu, proto je potřeba vyšetření provést za standartních podmínek, abychom získali relevantní výsledky.

Určit podíl tuku můžeme i dalšími novějšími metodami jako jsou např. určení podílu tuku pomocí absorpce dvojitého fotonu či neutronová aktivační analýza. [15]

#### 4.2.2 Zjištění stupně obezity

Základní metoda jak zjistit stupeň obezity je zjišťování hmotnostních indexů. Máme možnost srovnat váhu jedince s ideální tělesnou hmotností vztaženou na věk, pohlaví a výšku. K výpočtu používáme tabulky, které vycházejí z norem pro danou populaci, které byly vypracovány na základě šetření Metropolitní pojišťovací společnosti. Pro ukázkou máme tabulku 6, ve které jsou zapsány některé ideální hodnoty. [15, 19]

BMI (Body Mass Index) vypočítáme jako tělesnou hmotnost ( $W$ ) vyjádřenou v kilogramech vydělenou druhou mocninou výšky ( $H$ ) vyjádřenou v metrech:

$$BMI = \frac{W}{H^2}.$$

Obezitu dále dělíme na tři stupně:

- obezita I. stupně má BMI přibližně 25,0 - 29,9, často se označuje za nadváhu;
- obezita II. stupně má hodnoty BMI 30,0 - 39,9;
- obezita III. stupně jsou BMI hodnoty větší než 40,0.

Všechny tyto hodnoty jsou pouze orientační, protože nebereme v úvahu věkové rozdíly a pohlaví (u stupně obezity). Můžeme se setkat s jedinci, kteří mají podle BMI nadváhu, ale nejsou obézní, mají pouze vyvinutější svalstvo. [4, 15]

Tabulka 6 - Doporučená hmotnost pro dospělé muže a ženy [15]

Muži			
Výška (m)	Průměrná hmotnost (kg)	Přípustné rozmezí (kg)	Obezita (kg)
1,60	57,6	52 - 65	78
1,70	63,5	58 - 73	88
1,76	68,0	62 - 77	92
1,80	71,0	65 - 80	96
1,86	75,8	69 - 86	103
1,90	79,3	73 - 90	108
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,0	20,1 - 25,0	30,0
Ženy			
Výška (m)	Průměrná hmotnost (kg)	Přípustné rozmezí (kg)	Obezita (kg)
1,50	47,0	43 - 55	66
1,56	50,4	45 - 58	70
1,60	52,6	48 - 61	73
1,66	56,8	51 - 65	78
1,70	60,0	53 - 67	80
1,76	64,0	58 - 72	86
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20,8	18,7 - 23,8	30,0

Tabulka 7 - Rozdělení do kategorií podle BMI a souvislost se zdravotními riziky [20, 21]

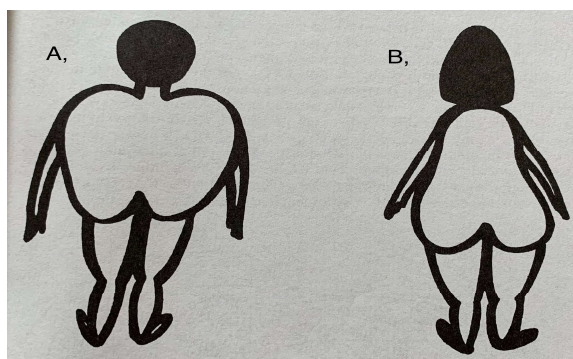
Kategorie	Muži BMI	Ženy BMI	Zdravotní rizika
Podváha	< 20	< 19	Malnutrice, anorexie
Norma	20 - 24,9	19 - 23,9	Minimální
Nadváha	25 - 29,9	24 - 28,9	Lehce zvýšená
Obezita	30 - 39,9	29 - 38,9	Středně vysoká až vysoká
Těžká obezita	> 40	> 39	Velmi vysoká

### 4.2.3 Rozložení tuku v těle

Francouz J. Vague roku 1947 přišel se studií o vlivu rozložení tuku na nemocnost. Říká, že velké množství tuku na hrudníku a břicho bývá spojeno s častějším výskytem kardiovaskulárních a metabolických komplikací, naopak hromadění tuku kolem hýždí a stehen se s těmito komplikacemi neseťkávají.

Zmnožení břišního tuku se častěji vyskytuje u mužů a hovoříme o obezitě mužského typu (androidní) či se hovoří o obezitě horního typu (abdominální). Takováto silueta pak představuje jablko, tedy hovoříme o obezitě typu jablka.

U žen se často vyskytuje zmnožení tuku v oblasti hýždí a stehen, mluvíme zde o obezitě tvaru hrušky, obezitě dolního typu či obezitě ženského typu (gynoidní). [15, 20]



Obr. č. 4 - Rozložení tuku v těle  
A, typ jablka; B, typ hrušky [15]



### **4.3 Další onemocnění**

Obezita může vyústit v další onemocnění, která jsou zapotřebí hlídat a včas případně zachytit. U pacientů s obezitou typu jablka se nejčastěji vyskytuje zvýšená hladina inzulinu (hyperinzulinemie) a snížená citlivost tkání k inzulinu (inzulinorezistence). Tato porucha nejčastěji předchází vzniku cukrovky II. typu. Podle klinických studií je známo, že vysoká koncentrace inzulinu u obézních lidí souvisí také s vysokým krevním tlakem (hypertenze). Toto složení dvou onemocnění představuje jeden z nejzávažnějších rizikových činitelů pro výskyt srdečních a mozkových chorob.

Hainer [15] uvádí, že u mužů s obezitou typem jablka je 2,5x větší pravděpodobnost výskytu ischemické choroby než u mužů s obezitou hrušky, u mozkové cévní choroby je to až 5,9x větší výskyt a 1,7x větší úmrtnost. Toto vyplývá z Larssonovy studie, která trvala 13 let. K ukládání nitrobřišního tuku pomáhá nízká fyzická aktivita, kouření a pití alkoholu. [7]

## 5 Metody odhadu tělesného složení

Jednotlivé metody odhadu tělesného složení řadíme do dvou skupin, laboratorní a terénní. Laboratorní metody jsou prováděny v laboratoři, která je zařízená technickým vybavením, a je zapotřebí odborná znalost pro práci s přístrojem. Nejpoužívanějšími laboratorními metodami jsou denzitometrie, hydrostatické vážení a metoda DEXA. [1, 20]

### 5.1 Antropometrie

Poprvé s pojmem tělesné složení se setkáváme u J. Matiegky (1921), který rozdělil tělesné komponenty na 4 složky na základě zevních rozměrů těla: hmotnost skeletu, kůže a podkožní tukové tkáně, kosterní svalstvo a zbytek. Během následujících let se řada vědců pokoušela o další postup správného měření odhadu tělesného složení s použitím kosterních rozměrů, obvodových měr a z tloušťky podkožních řas měřené různými typy kaliperů. U nás je za nejčastější metodu odhadu tělesného složení považována metoda součtu deseti kožních řas podle Pařízkové. Ulbrichová [1] rozdělila odhad podílu tuku na základě tloušťky kožních řas na dva předpoklady:

a, tloušťka podkožní tukové tkáně je v konstantním poměru k celkovému množství těla,

b, místa, kde se měří tloušťka kožních řas, představují průměrnou tloušťku podkožní tukové vrstvy.

Bohužel tyto předpoklady nejsou dostatečně potvrzené, nemáme ani dostatek informací o rozložení tuku v těle v různých populačních skupinách. S jistotou víme, že rozložení tuku v těle se mění s věkem, záleží na pohlaví, na pohybové aktivitě a dalších faktorech. Regresivní rovnice pro odhad tělesného složení je zaměřena pouze na populaci, ze které byly rovnice odvozeny. Dále je při měření důležité poznamenat druh použitého kaliperu, místa měření a také srovnávací metodu, ze které byly výsledky počítány (př. hydrometrie).

Chyby, kterých můžeme dosáhnout při měření, se pohybují okolo 5 %, v extrémních případech až 10 %, záleží na stanoveném intervalu spolehlivosti regresivních rovnic.

Výhodou této metody je rychlost a použitelnost v jakýchkoliv podmínkách a nezatěžuje jedince, který je měřen. [1, 20, 22, 23]



Obr. č. 5 - Typy kaliperů [[https://www.fitham.cz/meric-tuku-v-tele-trinfit-fat-caliper-digitalni?gclid=Cj0KCQiAmeKQBhDvARIsAHJ7mF55F5lKuWtifpoQqwk03RvGVvL4ADpkI5vJceGud07XyARtcsrxUkaAtaFEALw\\_wcB](https://www.fitham.cz/meric-tuku-v-tele-trinfit-fat-caliper-digitalni?gclid=Cj0KCQiAmeKQBhDvARIsAHJ7mF55F5lKuWtifpoQqwk03RvGVvL4ADpkI5vJceGud07XyARtcsrxUkaAtaFEALw_wcB), <https://www.mixxer-medical.cz/Kaliper-mechanicky-0-60-mm-d3572.htm>]

## 5.2 Biofyzikální a biochemické metody

Pro měření tloušťky kožních řas jsou i další metody mimo použití kaliperu. Snahou těchto metod je odstranit možné technické chyby, které nastanou při měření kaliperem (př. stlačitelnost tkání). [1]

### 5.2.1 Radiografie

Tato metoda je považována za nejpřesnější. Je možné sledovat i průřez svalstva a kosti ve snímkaném místě. Využití je do značné míry omezené z důvodu rentgenového záření. Je to ale stále nejmodernější metoda pro měření tělesného složení, jejíž cena a dostupnost však neslibuje širší využití. [1]

### 5.2.2 Ultrazvuk

Princip ultrazvukového přístroje je založen na přeměně elektrické energie na vysokofrekvenční ultrazvukovou energii, která je vysílána v krátkých impulsích. Mezi tkáněmi, které mají různé akustické vlastnosti, se odrážejí ultrazvukové vlny. Část ultrazvukové energie se dále přemění zpět na elektrickou a tato informace se ukazuje

na přiloženém osciloskopu. Ve srovnání těchto metod se kaliperování jeví jako vhodnější metoda pro odhad tělesného složení. [1]

### 5.2.3 Infračervené interakce (NIRI)

Metoda založená na pohlcení a odrazu světla s vlnovými délkami v oblasti infračerveného záření (700 - 1100 nm). Pro měření se používá spektrofotometr. Tato metoda dosahuje shodných výsledků s metodou hydrometrie. [1]

### 5.2.4 Magnetická rezonance

Principem je sledování chování atomových jader jako magnetů. Přístroj vysílá silné magnetické pole, které ovlivňuje pohyb vodíkových iontů, které jsou součástí vody. Výsledky měření jsou velice přesné, ale cena zařízení je velmi vysoká stejně jako u metody celkové tělesné vodivosti. Tato metoda je velice náročná, ale nepotřebuje spolupráci s měřeným jedincem. [1, 2]

### 5.2.5 Denzitometrie

Metoda je založená na sledování 2 komponent lidského těla, které mají odlišnou hustotu (hustotu): tuk a tukuprostá hmota (aktivní tělesná hmota). Princip vychází ze tří podmínek:

- a, hustoty obou komponent jsou aditivní a konstantní u všech jedinců,
- b, úroveň hydratace aktivní tělesné hmoty je konstantní,
- c, poměr kostních minerálů a svalových proteinů je konstantní.

Nejčastější chybou je přepočítání tělesné hustoty na podíl tukové tkáně a odhaduje se v rozmezí 3 - 4 %. Problémem není určení hustoty tukové tkáně, ale určení hustoty tukuprosté hmoty, jejíž stanovení vychází ze známých a konstantních hodnot hustoty jejích komponent.

Z celkové tělesné hustoty  $D$  můžeme vypočítat procento tělesného tuku  $X$  pomocí různých rovnic pro odhad tělesného složení. Nejčastěji se používají tyto rovnice:

Brožel (1963): 
$$X = \left( \frac{4,57}{D} - 4,412 \right) * 100$$

Siri (1961): 
$$X = \left( \frac{4,95}{D} - 4,5 \right) * 100$$

Výpočet hmotnosti pomocí denzitometrie je:

$$\text{hmotnost} = \text{objem} * \text{hustota},$$

objem těla se zjišťuje různými metodami, nejznámější metodou je princip Archimédova zákona. Metoda je finančně nenáročná, neinvazivní a kdykoliv opakovatelná. Nevýhodou je spolupráce probandů, například u malých dětí či seniorů. [1]

### **5.2.6 Hydrostatické vážení**

Objem těla se zjišťuje z rozdílu hmotnosti těla na suchu a pod vodou, přičemž musíme uvážit denzitu a teplotu vody v momentu vážení. K vážení pod vodou slouží hydrostatická váha. Princip spočívá v nadlehčování těla pod vodou vzduchem, který je obsažen v dýchacích cestách jedince. Měření se provádí v maximálním výdechu. [1, 2]

### **5.2.7 Hydrometrie**

Voda není obsažena v rezervním tuku, ale je součástí tukuprosté hmoty. Tato informace je základem pro stanovení tělesného složení z celkové tělesné vody. Výpočet tukuprosté hmoty z celkového objemu vody provádíme za podmínky normální hydratace jedince (73 %). Poté množství tuku vypočítáme jako rozdíl celkové hmotnosti a tukuprosté hmoty. [1]

### **5.2.8 Izotopy vodíku**

Pro stanovení celkového objemu vody využíváme izotopy vodíku (tritium a deuterium). Princip metody spočívá v tom, že testovací látka je: rozpustná ve všech vodních částí těla, není ukládána nebo vylučována, dosáhne rychle stabilní rovnováhy a je zaměnitelná s tělesnou vodou. Rovnováha deuteria ve slinách či plazmě nastane přibližně za 2 hodiny po podání látky a setrvává další 3 hodiny v tomto stavu u zdravých jedinců. [1]

### **5.2.9 Celková tělesná vodivost**

Princip je založen na rozdílech elektrické vodivosti a dielektrických vlastností aktivní tělesné hmoty a tuku. Chyby odhadu tělesného složení touto metodou ukazují nízká procenta (3,7 %) ve srovnání s denzimetrií. [1]

### **5.2.10. DEXA**

Neboli duální rentgenová absorpciometrie. Principem metody je diferenciální ztenčení dvou rentgenových paprsků procházejících organismem. Rozdělují kostní materiály od měkkých tkání, které pak rozděluje na tuk a tukuprostou hmotu. Jedná se o nejnovější metodu, jejíž snímací plocha je 60 \* 190 cm, nelze tedy měřit jedince s větší tělesnou hmotností. Celé měření probíhá vleže a délka měření závisí na druhu přístroje (5 – 20 min). Nevýhodou této metody je její cena a vystavení organismu rentgenovému záření. [1, 2, 3]

### **5.2.11. Bioelektrická impedance (BIA)**

Tato metoda je neinvazivní, terénní, bezpečnou a relativně levnou ve srovnání s ostatními metodami. V poslední době je tato metoda nejvíce využívána. Výsledky měření touto metodou jsou ve shodě se stanovením celkové tělesné hmoty pomocí deuteria jak u zdravých osob, tak u lidí s poruchou metabolických funkcí. Principem je rozdíl šíření elektrického proudu nízké intenzity v různých biologických strukturách. Tukuprostá hmota obsahuje vysoký podíl vody a elektrolytů, je tedy dobrým vodičem. Naopak tuková tkáň je dobrým izolantem. Konstantní střídavý proud nízké intenzity vyvolá impedanci vůči šíření proudu závislou na frekvenci, délce vodiče, na uspořádání a průřezu. Bioelektrická impedance je nepřímo úměrná objemu tkáně, kterou elektrický proud prochází, uvádí Riegerová [1]. Tkáň, tuk a tělesná voda mají odlišné elektrické vlastnosti, které nás zajímají při měření metodou bioelektrické impedance. Proud prochází vodou a elektrolytovými komponentami v tukuprosté hmotě. Výsledná rezistence je úměrná jejímu objemu, uvádí Riegerová [1]. Zařízení pro měření BIA často používá proud 800  $\mu$ A s frekvencí 50 kHz. Metodu bioelektrické impedance je možno měřit pomocí několika různých typů přístrojů. Pro komerční účely (fitness centra) se nejčastěji používají bipolární přístroje, které se dále dělí na různé typy podle toho, jakou částí těla elektrický proud prochází (ruční, nožní). Mají pouze dvě elektrody. Naopak pro odborné studie se nejčastěji používají tetrapolární přístroje, které mají ale

4 elektrody, které se umisťují podle pokynů na dolní a horní končetinu. Měření se poté provádí vleže. [1, 2]

Pomocí BIA změříme celkovou vodu (TBW) a na základě rovnice

$$FFM = \frac{TBW}{0,732}$$

vypočítáme tukuprostou hmotu (FFM, rozdíl mezi celkovou hmotností a hmotností tělesného tuku), kde hodnota 0,732 představuje průměrnou hydrataci tukuprosté



Obr. č. 6 - Bipolární přístroj [https://tanita.eu/bc-543/]



Obr. č. 7 - Tetrapolární přístroj [https://www.kondicnipriprava.cz/sluzby/vysetreni-slozeni-tela-bodystat/]

hmoty u dospělých (73,2 %). Celková tělesná voda se skládá z extracelulární vody (ECW), jejíž podíl objemu vůči TBW s rostoucím věkem klesá, a z intracelulární vody (ICW), která naopak na objemu nabývá.

Tukuprostá hmota se skládá z intracelulární hmoty (BCM) a extracelulární hmoty (ECM). Intracelulární hmota neboli vnitrobuněčná hmota je odvozena z tukuprosté hmoty vztahem

$$BCM = FFM * \alpha * konst.,$$

kde  $\alpha$  je fázový úhel. BCM zahrnuje všechny buňky, které se přímo podílejí na práci svalů. Extracelulární hmotu, část tukuprosté hmoty obsažené mimo buňky, poté můžeme jednoduše dopočítat pomocí rovnice

$$ECM = FFM - BCM.$$

Podíl ECM/BCM je důležitý parametr pro sledování hodnocení stavu výživy jedince. Tento podíl se pohybuje v rozmezí 0,7 - 0,8.

Jak již bylo zmíněno, tukuprostá hmota se chová jako vodič a tuková složka se chová jako izolant, proto má tukuprostá hmota nízkou impedanci a naopak tuková hmota vysokou, vyjádřenou jako rezistenci. Do výpočtů se také zahrnuje reaktance a fázový

úhel, který znázorňuje úhel mezi vektorem impedance a jejím průměrem do osy x, na které je odporová složka. Velikost fázového úhlu je přímo úměrná BCM. [1, 3] Vypočtené hodnoty pro fázový úhel nám dávají informaci o našem nutričním stavu a fyzické zdatnosti (Tabulka 8).

Vztah mezi impedancí a reaktancí vyjadřuje následující rovnice

$$Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$$

Vzorec pro fázový úhel odvodíme z obrázku 8, tedy

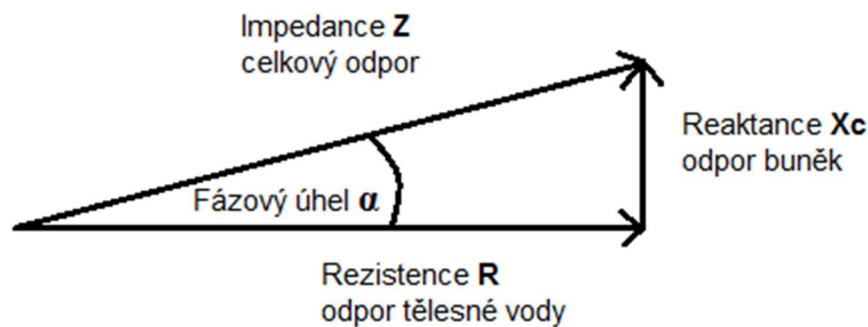
$$Xc = Z * \sin \alpha$$

Tabulka 8 - Hodnoty fázového úhlu a jejich hodnocení

[[https://is.muni.cz/el/med/jaro2017/MNOB1022p/4\\_DXA\\_BIA.pdf?lang=en](https://is.muni.cz/el/med/jaro2017/MNOB1022p/4_DXA_BIA.pdf?lang=en)]

Fázový úhel (°)		Hodnocení fázového úhlu
Ženy	Muži	
> 7,5	> 7,9	Extrémně vysoké hodnoty - sportovci a kulturisté.
6,5-7,5	7,0-7,9	Velmi dobrý. Výborný nutriční stav a fyzická zdatnost.
6,0-6,4	6,5-6,9	Dobrá. Ukazatel pravidelného tréninku. Dostatečná výživa.
5,5-5,9	6,0-6,4	Uspokojivý. Tyto hodnoty se vyskytují u většiny populace. Přiměřená tělesná aktivita.
5,0-5,4	5,5-5,9	Dostatečný. Špatný výživový stav a tělesná zdatnost.
4,0-4,9	4,5-5,4	Nedostatečný. Nedostatečný výživový stav. Nedostatečný příjem stravy a omezená pohyblivost.
< 4,0	< 4,5	Špatný. Extrémně špatný výživový stav a podvýživa.





Obr. č. 8 - Vztah fyzikálních veličin [upraveno dle [https://is.muni.cz/el/med/jaro2017/MNOB1022p/4\\_DXA\\_BIA.pdf](https://is.muni.cz/el/med/jaro2017/MNOB1022p/4_DXA_BIA.pdf) ?lang=en]

Při měření se elektrody rozmisťují na pravou stranu těla, protože na levé straně dochází ke zkreslení výsledných hodnot z důvodu srdeční činnosti. Chyby měření se pohybují od 2 % a více. Další chybou může být hydratace organismu během měření. Analýza tělesného složení na základě bioelektrické impedance představuje analýzu hmotnosti ve smyslu: tukové složky, aktivní tělesné hmoty, obsahu celkové vody, obsahu extracelulární a intracelulární vody, stupně bazálního metabolismu, uvádí Riegerová [1].

Aby naše měření bylo co nejpřesnější, je potřeba dodržet určité pokyny:

- nejíst a nepít po dobu 4-5 hodin před měřením,
- neprovádět fyzickou aktivitu po dobu 12 hodin před měřením,
- nekonzumovat alkohol po dobu 24 hodin před měřením,
- vyloučit odpadní látky a zároveň doplnit organismus neslazenou tekutinou,
- správné umístění elektrod a pokojová teplota v místnosti. [1]

Měření by neměli podstoupit osoby:

- v raném těhotenství,
- v době premenstruace a menstruace,
- užívající léky ovlivňující pitný režim,
- s implantáty (př. kyčelní protéza).

Proband během měření musí ležet v klidu na zádech s lehce roztaženými horními i dolními končetinami (části těla se nesmějí dotýkat). Chyby, které mohou nastat, mohou být spojeny se softwarem (predikční rovnice) či s použitým hardwarem. Jsou to např.: použitý typ a umístění elektrod ( $< 3 \%$ ), rozdíly mezi pravou a levou stranou těla (1 – 2 %), stav hydratace organismu (2 – 4 %), svod mezi měřeným subjektem a zemí (1 – 2 %) a další. [1]

## **6 Výzkumná část**

### **6.1 Charakteristika souboru**

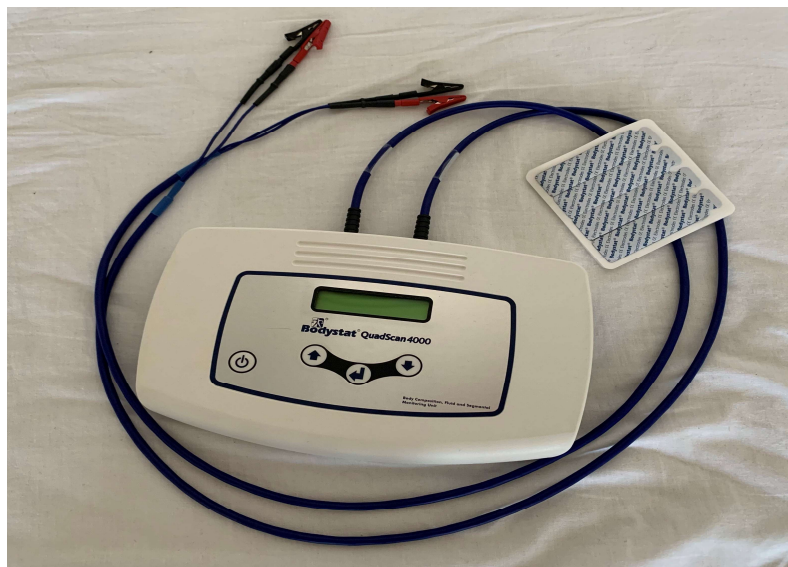
Zkoumaný soubor tvořilo celkem 18 probandů vyšetřených metodou bioelektrické impedance. Soubor jsem rozdělila na muže (9) a ženy (9). Zkoumaný soubor jsem vybírala ze svého okolí a snažila se zahrnout větší rozsah věkových kategorií. Soubor se skládá z mladistvých (13, 16 let), dospělých (20 - 37 let) a starších dospělých (47 - 51 let). Největší počet probandů spadá do kategorie dospělých. Dále jsem se snažila vybírat takové probandy, u kterých budou naměřené hodnoty jednak v normálových hodnotách, ale i v extrémních hodnotách.

### **6.2 Metodika měření**

#### **6.2.1 Charakteristika přístroje**

Bodystat QuadScan 4000 je multifrekvenční analyzátor bioelektrické impedance. Toto zařízení je rychlé, snadné, ekonomické, přenosné a neinvazivní ve srovnání s ostatními metodami pro zjištění hodnocení tekutin a tělesného složení (př. podvodní vážení). Principem měření je průtok proudu přes tělo, které je závislé na nastavené frekvenci. Pokud jsou nastavené nízké frekvence, procházející proud nemůže projít buněčnou membránou a prochází tedy pouze extracelulárním prostorem. Naopak při vyšších frekvencích dochází k průchodu přes buněčnou membránu a proud je řízen extracelulární a intracelulární vodou. Pomocí multifrekvenční bioelektrické impedance analýzy, technologie pro měření impedance na 5 kHz a 200 kHz a použitím predikčních rovnic je snadné odhadnout extracelulární vodu a celkovou tělesnou vodu a poté dopočítat intracelulární vodu. Přístroj dále obsahuje rovnice pro rozbor stavby těla pro děti starší 6 let a pro dospělé.

Před samotným měřením je potřeba zadat do přístroje příslušné údaje jako jsou hmotnost, výška, věk a pohlaví probanda. Tyto údaje jsou potřebné pro prediktivní rovnice použité v hardwaru, aby se výsledky mohly zobrazit na obrazovce přístroje. [24, 25]



Obr. č. 9 - Přístroj Bodystat QuedScan 4000 + kabelové vodiče + elektrody [zdroj: vlastní]

### **Naměřená data**

Přístroj bioelektrické impedance pro analýzu složení těla vypočítá:

- procentuální podíl extracelulární vody a objem extracelulární vody,
- procentuální podíl intracelulární vody a objem intracelulární vody,
- procentuální podíl celkové tělesné vody a objem celkové tělesné vody,
- procento a hmotnost množství tuku,
- tělesnou hmotu,
- bazální metabolismus,
- průměrnou denní potřebu kalorií,
- BMI,
- hodnoty impedance na 5, 10, 50, 100 a 200 kHz,
- rezistance 50 kHz
- reaktance 50 kHz
- fázový úhel 50 kHz,
- a mnoho další. [24, 25]

## **Vlastnosti přístroje**

Tento typ přístroje pro vyhodnocení složení těla nám umožňuje komunikaci s počítačem či jiným zařízením pomocí Bluetooth. Jak již bylo zmíněno, práce s přístrojem je bezpečná a jedná se o neinvazivní metodu měření. Použití přístroje je velice jednoduché. Velikost a hmotnost přístroje je přizpůsobená k jeho přenosu a manipulaci s ním. Vyhodnocení výsledků těmito typy přístrojů je během pár minut. V přístroji je zabudovaná automatická kalibrace, je napájen z baterie a má uložení dat pro 100 provedených testů. Výsledky jsou skutečné a přesné a ukazují se zde doporučené rozsahy. Pro měřeného jedince není žádné věkové omezení, lze tedy měření provádět jak u novorozenců, tak u seniorů. Přístroj obsahuje software pro složení těla a analýzu tekutin s alternativními prediktivními rovnicemi. [24, 25]

## **Vybavení přístroje**

Systém Bodystat QuadScan 4000 obsahuje:

- zařízení multifrekvenční analýzy bioelektrické impedance,
- kabelové vodiče,
- 120 jednorázových dlouhých elektrod,
- uživatelskou příručku v knižní i CD podobě,
- softwarový program Bodystat QuadScan 4000,
- kalibrátor,
- baterie,
- ochrannou brašnu. [24, 25]

## **Výhody a nevýhody přístroje**

Jedná se o neinvazivní metodu bioelektrické impedance pro hodnocení tělesného složení. Dokáže posoudit hydrataci a nutriční stav jedince. Měření lze provádět na lůžku, není potřeba speciální laboratoř oproti jiným metodám. Snadné použití umožňuje pravidelnou kontrolu stavu jedince tak často, jak je potřeba. Díky hodinám reálného času je zaznamenán přesný čas, kdy měření probíhalo. Provedení je rychlé, spolehlivé, přesné, cenově přístupné a má reprodukovatelné výsledky. Přístroj bioelektrické impedance nám dává daleko více informací než samotné BMI.

Měření tělesného složení metodou bioelektrické impedance není vhodné pro jedince mající kardiostimulátor. Výsledky měření mohou být ovlivněny příjmem tekutin a potravy a také pohybovou aktivitou probanda před měřením. Dále se nedoporučuje těhotným ženám postoupit tato měření. [24, 25, 26]

### **Porovnání přístrojů**

V současné době existují tři typy přístrojů bioelektrické impedance od značky Bodystat, které se liší různými funkcemi a daty, které přístroj vyhodnotí. V tabulce 16 (viz přílohy) je ukázka, v čem se přístroj Bodystat Quadscan 4000 liší od ostatních verzí, tedy jaká data dokáže změřit navíc. [24, 25]

### **6.2.2 Statické zpracování dat**

Statické zpracování dat bylo provedeno pomocí Microsoft Excel 2016. Výsledky jsem zpracovávala pomocí statistických funkcí: aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Aritmetický průměr nám udává střední hodnotu souboru dané složky a směrodatná odchylka nám určuje, do jaké míry jsou hodnoty rozptýleny okolo střední hodnoty.

### **6.2.3 Popis měření**

Měření probíhalo v průběhu dvou dnů a vždy za stejných podmínek stanovených výrobcem, například při stálé pokojové teplotě. Před samotným měřením přístrojem jsem každému probandovi změřila jeho tělesnou výšku pomocí metru a určila jeho tělesnou hmotnost pomocí obyčejných vah.

Poté se proband položil na lůžko připravené pro měření bioelektrickou impedancí. Odhrnul si část oděvu z pravé horní a dolní končetiny, aby bylo možné bez problému přilepit elektrody na kůži. Elektrody jsem přilepila na kůži a následně připojila pomocnými dráty (kabelové vodiče) k přístroji podle správného zapojení znázorněného na obr. č. 11.

Druhý konec kabelových vodičů jsem zapojila do přístroje. Pomocí tlačítek na horní straně přístroje jsem zařízení zapnula a každému probandovi nastavila jeho pohlaví, věk, tělesnou hmotnost a výšku. Poté jsem znovu, pro jistotu a správnost měření, zkontrolovala zapojení elektrod, zda proband nemá na sobě v měřené oblasti žádné vodivé doplňky (př. prstýnky, náramky) a zda se nekříží kabelové vodiče. Všechny tyto

požadavky by mohly mít negativní vliv na naměřené hodnoty. Stiskla jsem tlačítko pro spuštění měření a pár minut počkala na výsledky. Během měření proband ležel v úplném klidu bez jakéhokoliv vnějšího rušení.

Do dvou minut se výsledky měření zobrazily na obrazovce a zároveň se odeslaly přes Bluetooth do počítače. Výsledky byly exportovány do excelu a následně upraveny podle potřeby ke zpracování dat. Na závěr měření, tedy po odpojení probanda od přístroje, byl připraven pro naměřené jedince krátký dotazník (viz přílohy).



A,



B,

Obr. č. 11 - Zapojení elektrod: A, horní končetina; B, dolní končetina [zdroj: vlastní]



Obr. č. 12 - Průběh měření [zdroj: vlastní]

### 6.3 Výsledky

V této části porovnám hodnoty naměřené z přístroje s normálovými hodnotami u každého probanda. Všechny hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách a zeleně označené jsou ty, které spadají právě do správného rozsahu doporučených hodnot daným přístrojem Bodystat Quadscan 4000. Pro přehlednost jsou probandi rozříděni do věkových kategorií. V následující podkapitole jsou vyhodnocená data z dotazníku, na který každý proband odpověděl po měření přístrojem. V poslední podkapitole je celkový souhrn všech naměřených a vypočítaných hodnot a také přiložený graf s vybranou komponentou tělesného složení.



### 6.3.1 Mladiství

Tabulka 9 - Naměřená data kategorie mladiství

Chlapci	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg/m <sup>2</sup>	°
M1	13	1,88	96,6	29,6	70,5	52,6	2367	27,3	5,9
M2	16	1,77	56,9	13,2	86,8	64,4	1664	18,2	5,2
$\emptyset$	14,5	1,83	76,75	21,4	78,65	58,50	2015,5	22,75	5,55
$\sigma$	2,12	0,08	28,07	11,60	11,53	8,34	497,1	6,43	0,5

U - jednotky, ATH - aktivní tělesná hmota, BMR - bazální metabolismus, BMI - body mass index,  $\alpha$  - fázový úhel,  $\emptyset$  - průměr,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

M1 - U prvního chlapce je většina hodnot nad hranicí normálových hodnot, s výjimkou ATH a vody, jejichž hodnoty jsou pod hranicí normálových hodnot. Fázový úhel spadá do kategorie dostatečný.

M2 - Druhý chlapec má všechny hodnoty v normě až na BMI hodnotu, která spadá do kategorie podváhy. Fázový úhel spadá do kategorie dostatečný.

### 6.3.2 Dospělé ženy

Tabulka 10 - Naměřená data kategorie dospělé ženy

Ženy	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg / m <sup>2</sup>	°
Z1	21	1,72	63,5	19,3	80,8	55,1	1667	21,5	6,1
Z2	21	1,82	67,1	9,6	90,4	61,6	1892	20,3	6,2
Z3	22	1,65	56	20,9	79,1	55,6	1500	20,6	6,2
Z4	22	1,65	59,5	21,3	78,8	55,2	1561	21,9	6,3
Z5	22	1,69	72,5	24,3	75,8	52,3	1755	25,4	7,4
Z6	24	1,64	53,5	18,9	81,2	58,4	1478	19,9	6,2
Z7	29	1,69	58	20,3	79,8	56,6	1546	20,3	5,9
$\emptyset$	23	1,69	61,44	19,23	80,84	56,4	1628,43	21,41	6,33
$\sigma$	2,83	0,06	6,67	4,60	4,57	2,93	151,35	1,90	0,49

U - jednotky, ATH - aktivní tělesná hmota, BMR - bazální metabolismus, BMI - body mass index,  $\alpha$  - fázový úhel,  $\emptyset$  - průměr,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

Z1 - U první ženy se naměřené hodnoty pohybovaly spíše pod hranicí normálních hodnot s výjimkou ATH hodnoty, která byla nad hranicí. Voda a BMI jsou v normě. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

Z2 - U této ženy hodnoty váhy a tuky jsou pod hranicí a hodnoty ATH a vody jsou nad hranicí normálních hodnot. BMI v normě. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

Z3 - Všechny hodnoty v normě. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

Z4 - Všechny hodnoty v normě. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

Z5 - Všechny hodnoty jsou v normě až na BMI hodnotu, která spadá do kategorie nadváhy. Po prozkoumání hodnot je jasné, že tato žena nadváhu nemá, jak vyplývá z indexu. Není tedy vždy vhodné spoléhat právě na tento index, který se vypočítá pouze z tělesné hmotnosti a výšky. Hodnota fázového úhlu je lehce pod hranicí extrémních hodnot, z čehož lze určit, že tato žena má vysokou fyzickou zdatnost, což se nám potvrzuje v podkapitole vyhodnocení dotazníku.

Z6 - Naměřené hodnoty jsou spíše pod hranicí normálových hodnot, s výjimkou ATH hodnoty, která byla nad hranicí. Voda a BMI jsou v normě. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

Z7 - Všechny hodnoty v normě. Fázový úhel spadá do kategorie uspokojivý.

### 6.3.3 Dospělí muži

Tabulka 11 - Naměřená data kategorie dospělí muži

Muži	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg/m <sup>2</sup>	°
M3	20	1,75	79,5	8,8	91,2	64,8	2199	26	8
M4	23	1,8	87,5	17,5	82,6	55,9	2190	27	7,6
M5	23	1,9	107,5	18,8	81,2	56	2607	29,8	8,1
M6	28	1,91	112,3	25,6	74,5	50,1	2506	30,8	8,1
M7	37	1,83	80	9,7	90,3	66,3	2190	23,9	7,2
Ø	26,2	1,84	93,36	16,08	83,96	58,62	2338,4	27,5	7,8
$\sigma$	6,69	0,07	15,52	6,96	6,92	6,78	202,31	2,81	0,39

U – jednotky, ATH – aktivní tělesná hmota, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index,  $\alpha$  – fázový úhel, Ø - průměr,  $\sigma$  – směrodatná odchylka

M3 - Hodnoty váhy a tuku jsou pod hranicí normálové hodnoty, ATH a BMI jsou nad hranicí normálové hodnoty a voda je v normě. Fázový úhel nabývá extrémní hodnoty, jedná se tedy o sportovce.

M4 - Všechny hodnoty v normě až na BMI hodnotu, která spadá do kategorie nadváhy. Opět se zde setkáváme s vyšší BMI hodnotou, ačkoliv ostatní hodnoty jsou v normě. Potvrzuje se nám tedy, že BMI hodnota není vždy přesným a vhodným ukazatelem. Fázový úhel spadá do kategorie velmi dobrý.

M5 - Hodnoty váhy a tuku jsou lehce nad hranicí normálových hodnot. ATH je lehce pod hranicí normálových hodnot. Voda je v normě a BMI hodnota ještě spadá do kategorie nadváhy, avšak je na hranici s horní mezní hodnotou obezity. Fázový úhel nabývá extrémní hodnoty, jedná se tedy o sportovce.

M6 - Polovina naměřených hodnot je nad hranicí a polovina naměřených hodnot je pod hranicí normálových hodnot. BMI hodnota spadá do kategorie obezity. Fázový úhel nabývá extrémní hodnoty, jedná se tedy o sportovce.

M7 - U tohoto muže hodnoty váhy a tuku jsou pod hranicí a hodnoty ATH a vody jsou nad hranicí normálových hodnot. BMI v normě. Fázový úhel spadá do kategorie velmi dobrý.

### 6.3.4 Starší dospělé ženy

Tabulka 12 - Naměřená data kategorie starší dospělé ženy

Ženy	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg / m <sup>2</sup>	°
Z8	47	1,72	60,6	22,4	77,6	57,7	1467	20,5	4,8
Z9	51	1,72	74	30,4	69,6	51,2	1566	25	5,6
$\emptyset$	49	1,72	67,3	26,4	73,6	54,45	1516,5	22,75	5,2
$\sigma$	2,83	0	9,48	5,66	5,66	4,60	70	3,18	0,57

U – jednotky, ATH – aktivní tělesná hmota, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index,  $\alpha$  – fázový úhel,  $\emptyset$  - průměr,  $\sigma$  – směrodatná odchylka

Z8 - Všechny hodnoty v normě. Fázový úhel spadá do kategorie nedostatečný.

Z9 - U této ženy jsou v normě hodnoty váhy a vody. Tuk je lehce nad horní hranicí normálové hodnoty, ATH je lehce pod hranicí normálové hodnoty. BMI hodnota je stejná jako v případě ženy Z5. Fázový úhel spadá do kategorie uspokojivý.

### 6.3.5 Starší dospělí muži

Tabulka 13 - Naměřená data kategorie starší dospělí muži

Muži	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg/m <sup>2</sup>	°
M8	49	1,79	87,2	17,9	82,1	61	2056	27,2	7
M9	50	1,91	144,4	34,3	65,8	49,3	2648	39,6	6,9
$\emptyset$	49,5	1,85	115,8	26,1	73,95	55,15	2352	33,4	6,95
$\sigma$	0,71	0,08	40,45	11,60	11,53	8,27	418,61	8,77	0,07

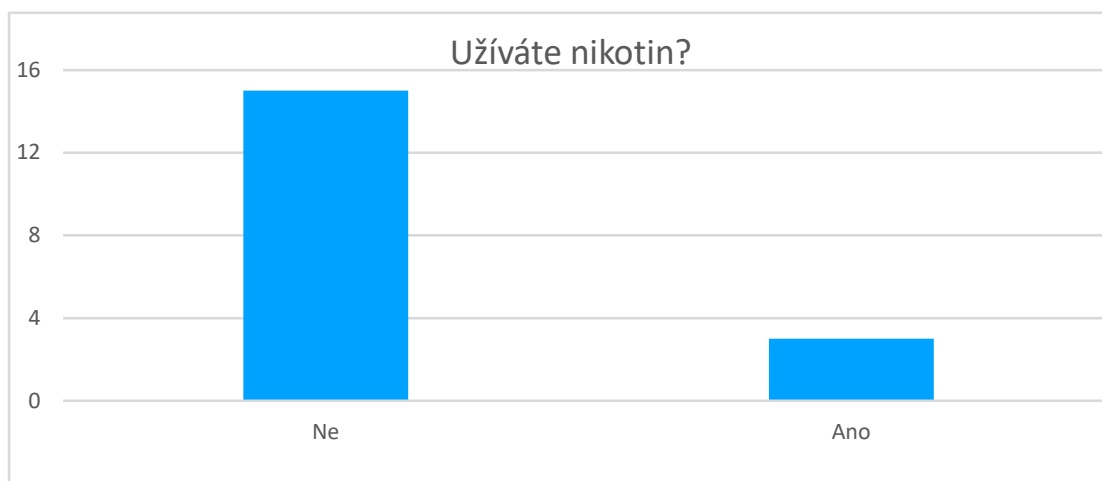
U – jednotky, ATH – aktivní tělesná hmota, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index,  $\alpha$  – fázový úhel,  $\emptyset$  - průměr,  $\sigma$  – směrodatná odchylka

M8 - Všechny hodnoty v normě až na BMI hodnotu, která spadá do kategorie nadváhy (stejný případ jako u probandů Z5 a M4). Fázový úhel spadá do kategorie velmi dobrý.

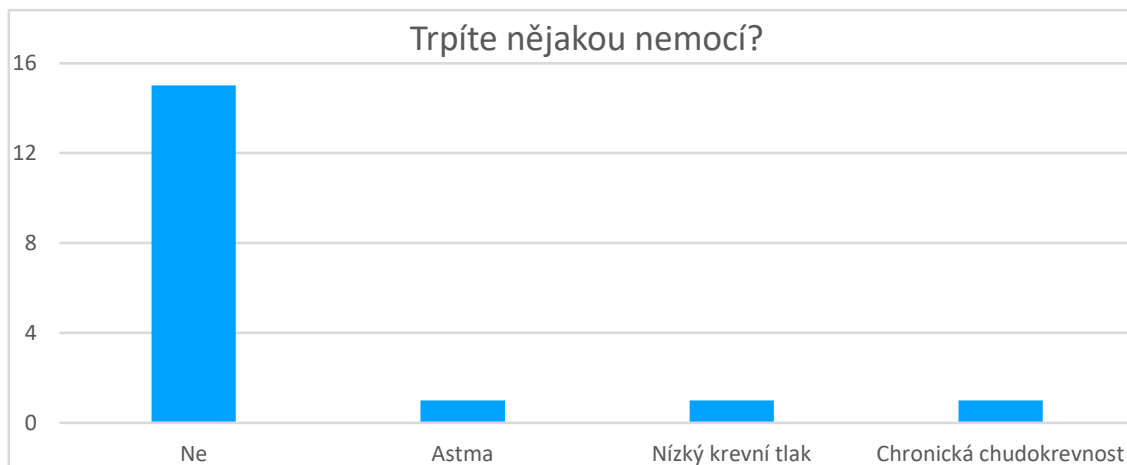
M9 - Polovina naměřených hodnot je nad hranicí a polovina naměřených hodnot je pod hranicí normálových hodnot. BMI hodnota spadá do kategorie obezity. Fázový úhel spadá do kategorie dobrý.

### 6.3.6 Vyhodnocení dotazníku

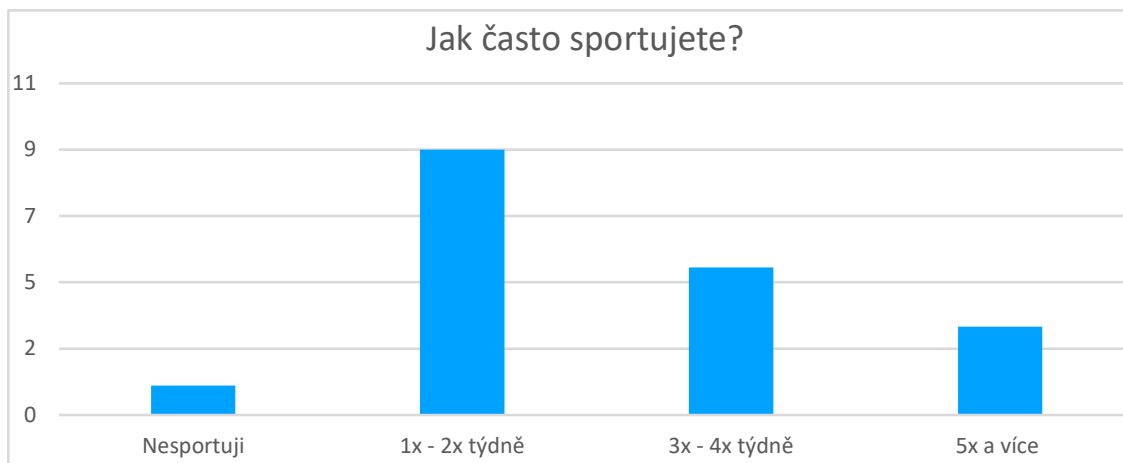
Dotazník obsahuje celkem 6 otázek, přičemž první je pouze zadání čísla probanda, které se automaticky vygeneruje přístrojem, pro lepší propojení dat naměřenými s daty z dotazníku. Ke každé otázce je automaticky vytvořený graf s odpověďmi. Celý dotazník je přiložen v přílohách, kde také najdeme celý protokol tělesného složení probanda vyhodnocený přístrojem jako ukázkou. Cílem dotazníku bylo dozvědět se základní a důležité informace o životosprávě probandů, např. jestli užívání nikotinu či nemoc ovlivňuje tělesné složení mé vybrané skupiny probandů a dále také, abych mohla posoudit, proč mají nízké či vysoké naměřené hodnoty a jejich souvislost se sportovní činností a stravou.



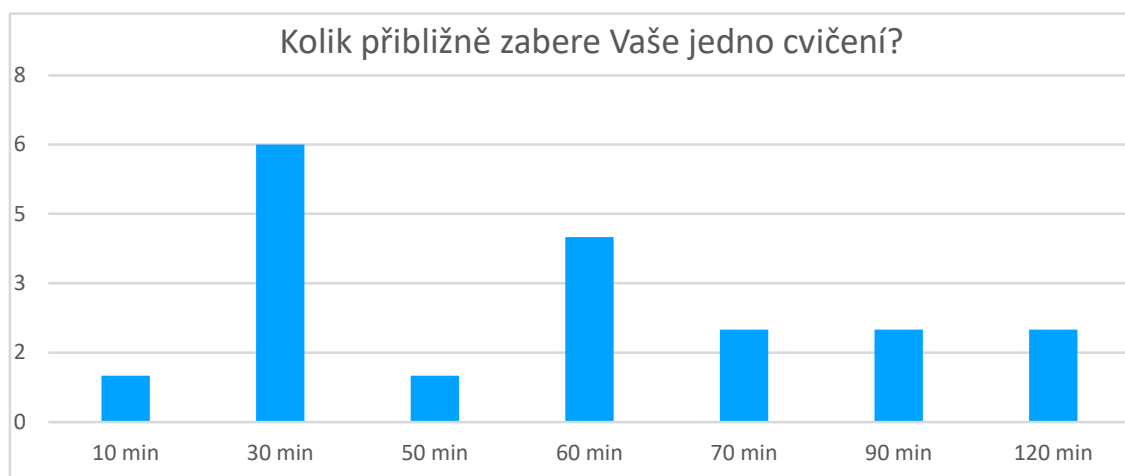
Graf 1 - Otázka č. 2



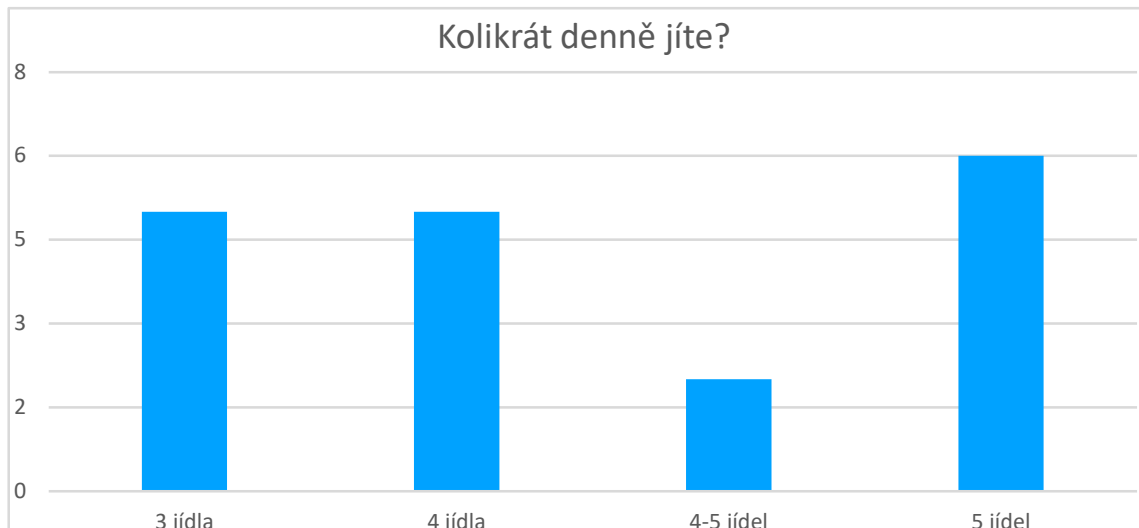
Graf 2 - Otázka č. 3



Graf 3 - Otázka č. 4



Graf 4 - Otázka č. 5



Graf 5 - Otázka č. 6

Výše uvedené grafy znázorňují odpovědi, které probandi uvedli v krátkém dotazníku. Z mého pohledu si tato vybraná skupina vede velice dobře, protože většina probandů (okolo 75 % z celkového počtu probandů) neužívá nikotin a netrpí žádnou nemocí, což nemá negativní vliv na jejich sportovní aktivitu a mohou ji tak provádět v plné míře. Až na jednu výjimku, všichni pravidelně sportují v rozumném časovém rozmezí, čímž napomáhají snižovat hladinu tělesného tuku, omezit vznik různého onemocnění a udržovat si správný zdravotní stav. Poslední graf nám dává přibližnou informaci o tom, kolik jídel přijme jedinec během dne, což může souviset s nižšími naměřenými hodnotami.



### 6.3.7 Celkový souhrn

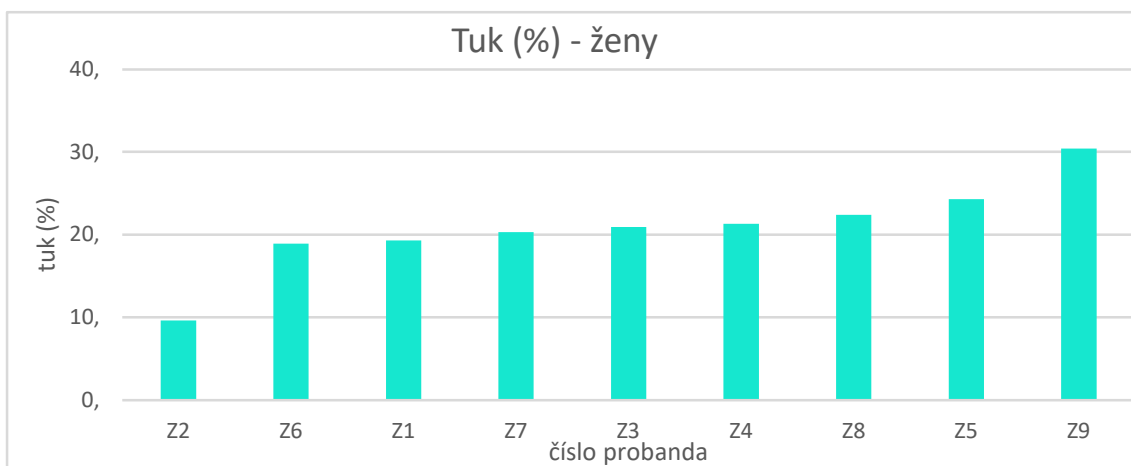
V této podkapitole jsou zahrnuty tabulky se všemi daty, pro muže a ženy zvlášť.

Tabulka 14 - Celkový souhrn dat u žen

Ženy	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg/m <sup>2</sup>	°
Z1	21	1,72	63,5	19,3	80,8	55,1	1667	21,5	6,1
Z2	21	1,82	67,1	9,6	90,4	61,6	1892	20,3	6,2
Z3	22	1,65	56	20,9	79,1	55,6	1500	20,6	6,2
Z4	22	1,65	59,5	21,3	78,8	55,2	1561	21,9	6,3
Z5	22	1,69	72,5	24,3	75,8	52,3	1755	25,4	7,4
Z6	24	1,64	53,5	18,9	81,2	58,4	1478	19,9	6,2
Z7	29	1,69	58	20,3	79,8	56,6	1546	20,3	5,9
Z8	47	1,72	60,6	22,4	77,6	57,7	1467	20,5	4,8
Z9	51	1,72	74	30,4	69,6	51,2	1566	25	5,6
$\emptyset$	28,78	1,7	62,74	20,82	79,23	55,97	1603,56	21,71	6,08
$\sigma$	11,77	0,05	7,16	5,46	5,46	3,14	142,23	2,08	0,68

U – jednotky, ATH – aktivní tělesná hmota, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index,  $\alpha$  – fázový úhel,  $\emptyset$  - průměr,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

Tabulka 14 zahrnuje všechny naměřené hodnoty žen s dopočítaným průměrem a směrodatnou odchylkou ke každé komponentě tělesného složení. Z tabulky je vidět, jak se všechny hodnoty pohybují kolem průměrné hodnoty s velice malou směrodatnou odchylkou. Výjimku tvoří věk a váha a to z důvodu, že je průměrný věk počítaný přes všechny věkové kategorie, tímto zde vzniká větší směrodatná odchylka. Více než u poloviny žen spadají jejich hodnoty do hodnot normálových. U ostatních žen se jejich hodnoty nepravidelně pohybují jak pod hranicí, tak nad hranicí normálových hodnot.



Graf 6 - Procento tuku u žen

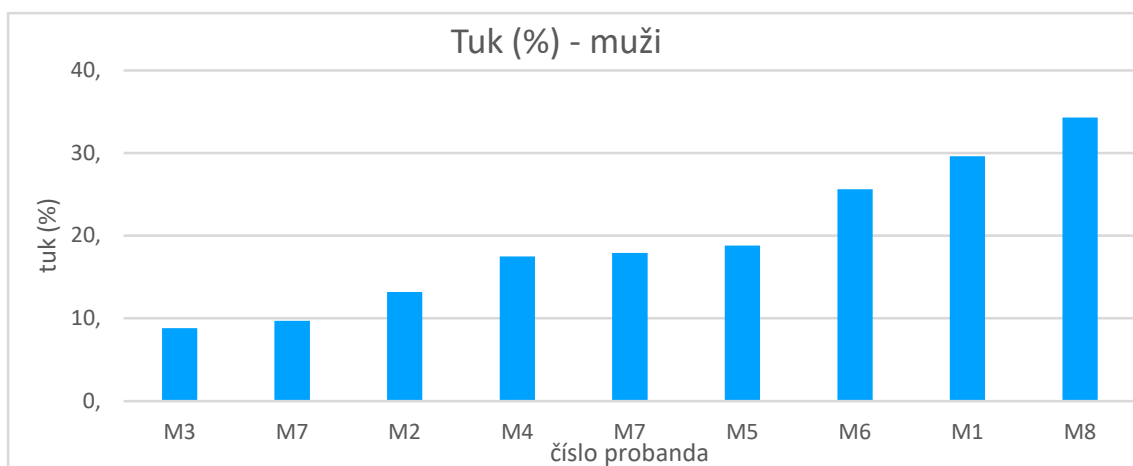
Graf 6 popisuje naměřené procento tělesného tuku u žen, seřazený vzestupně. Z grafu je hezky vidět, že téměř všechny ženy (až na dvě výjimky) mají procento tělesného tuku stejné, a to kolem hodnoty 20 %.

Tabulka 15 - Celkový souhrn dat u mužů

Muži	Věk	Výška	Váha	Tuk	ATH	Voda	BMR	BMI	$\alpha$
U	roky	m	kg	%	%	%	kcal	kg/m <sup>2</sup>	°
M1	13	1,88	96,6	29,6	70,5	52,6	2367	27,3	5,9
M2	16	1,77	56,9	13,2	86,8	64,4	1664	18,2	5,2
M3	20	1,75	79,5	8,8	91,2	64,8	2199	26	8
M4	23	1,8	87,5	17,5	82,6	55,9	2190	27	7,6
M5	23	1,9	107,5	18,8	81,2	56	2607	29,8	8,1
M6	28	1,91	112,3	25,6	74,5	50,1	2506	30,8	8,1
M7	37	1,83	80	9,7	90,3	66,3	2190	23,9	7,2
M8	49	1,79	87,2	17,9	82,1	61	2056	27,2	7
M9	50	1,91	144,4	34,3	65,8	49,3	2648	39,6	6,9
Ø	28,78	1,84	94,66	19,49	80,56	57,82	2269,67	27,76	7,11
$\sigma$	13,62	0,06	24,83	8,77	8,73	6,52	306,68	5,75	1,01

U – jednotky, ATH – aktivní tělesná hmota, BMR – bazální metabolismus, BMI – body mass index,  $\alpha$  – fázový úhel, Ø - průměr,  $\sigma$  - směrodatná odchylka

Tabulka 15 zahrnuje všechny naměřené hodnoty mužů s dopočítaným průměrem a směrodatnou odchylkou ke každé komponentě tělesného složení. Z tabulky je vidět, že pouze 3 muži jsou se všemi hodnotami v normě, s výjimkou BMI. Hodnoty výšky, vody a fázového úhlu se pohybují okolo jejich průměru s malou směrodatnou odchylkou, všichni muži jsou tedy téměř stejně vysocí, mají stejné procento tělesné vody a jejich fyzická zdatnost je velice dobrá. Pouze jeden muž má svou hodnotu BMI v kategorii přípustných hodnot, ačkoliv jeho ostatní hodnoty v normě nejsou. Je možné tedy usoudit, že není vhodné spoléhat na vypočtenou BMI hodnotu a pouze na základě této hodnoty dělat závěry o svém tělesném složení.



Graf 7 - Procento tuku u mužů

Graf 7 popisuje naměřené procento tělesného tuku u mužů, seřazený vzestupně. Není zde jasně vidět průměrná hodnota tuku jako u žen, protože skupina mužů byla specificky vybírána. Jsou zde tedy muži s podvýživou, normální váhou, nadváhou i obezitou.

## Diskuse

Po nahlédnutí do tabulky celkového souhrnu dat pro ženy je většina políček zelených, tedy změřené ženy si vedly velice dobře a většinu svých hodnot mají v normálových hodnotách. Ženám, které mají menší procento tuku, bych doporučila se více zaměřit na svou stravu, zda obsahuje potřebné živiny a ve správném množství, a na jejich kalorický příjem, zda není menší, než ukazuje jejich hodnota bazálního metabolismu, protože by tak mohlo dojít k poškození správných funkcí organismu jako je např. termoregulace. Žena, která má hodnotu tuku na hranici maxima normálové hodnoty a hodnotu BMI v kategorii nadváhy, si nemusí dělat velké obavy, protože na základě její hodnoty fázového úhlu a odpovědí z dotazníku se jedná o ženu, která sportuje minimálně 5x do týdne po dobu 60 minut, čímž přispívá k zamezení nárůstu tělesného tuku, ovšem hlavní roli v redukci tuku hraje vyvážená strava.

Pro porovnání tabulky celkového souhrnu žen a mužů si naměřené muži vedou daleko hůře než ženy. Mužům, kteří mají vyšší hodnoty tělesné váhy i tělesného tuku, bych doporučila zaměřit se dopodrobna na jejich stravovací návyky, protože se ve všech případech jedná o sportovce, což nám napovídá jejich fázový úhel a odpovědi z dotazníku o jejich sportovní činnosti.

## Závěr

Ve výzkumné části jsem se zabývala měřením tělesného složení metodou bioelektrické impedance, která je v dnešní době velice přesnou, nenáročnou, relativně levnou a terénní metodou. Je zde popsán jak princip samotné metody, tak popis přístroje, který funguje na principu metody bioelektrické impedance. Samotné měření probíhalo v průběhu dvou dnů a celkem jsem naměřila 18 dobrovolníků.

Celkem bylo naměřeno 9 žen, jejichž průměrný věk je  $A = (28,78 \pm 11,77)$  let. Průměrná výška byla  $H = (1,7 \pm 0,05)$  m a váha  $W = (62,74 \pm 7,16)$  kg. Dále přístroj vyhodnotil ostatní data, jejichž průměrné hodnoty jsou: procento tělesného tuku  $X = (20,82 \pm 5,46)$  %, aktivní tělesná hmota  $ATH = (79,23 \pm 5,46)$  %, tělesná voda  $TBW = (55,97 \pm 3,14)$  %, bazální metabolismus  $BMR = (1603,56 \pm 142,23)$  kcal, body mass index  $BMI = (21,71 \pm 2,08)$  kg/m<sup>2</sup> a fázový úhel  $\alpha = (6,08 \pm 0,68)$  °.

Mužů bylo celkem naměřeno 9, jejichž průměrný věk je  $A = (28,78 \pm 13,62)$  let. Průměrná výška byla  $H = (1,84 \pm 0,06)$  m a váha  $W = (94,66 \pm 24,83)$  kg. Dále přístroj vyhodnotil ostatní data, jejichž průměrné hodnoty jsou: procento tělesného tuku  $X = (19,49 \pm 8,77)$  %, aktivní tělesná hmota  $ATH = (80,56 \pm 8,73)$  %, tělesná voda  $TBW = (57,82 \pm 6,52)$  %, bazální metabolismus  $BMR = (2269,67 \pm 306,68)$  kcal, body mass index  $BMI = (27,76 \pm 5,75)$  kg/m<sup>2</sup> a fázový úhel  $\alpha = (7,1 \pm 1,01)$  °.

Pouze 8 probandů mělo všechny hodnoty komponent tělesného složení v normálových hodnotách. Dalších 6 probandů mělo alepoň jednu hodnotu komponenty v normálových hodnotách a vyskytli se zde i tací, jejichž hodnoty vůbec nespádají do normálových hodnot. Potvrdil se zde předpoklad, že lidé s nadváhou či obezitou, resp. s větším množstvím tělesného tuku, mají menší procentuální zastoupení celkové tělesné vody v těle. Lidé s menším procentuálním zastoupením tělesného tuku v těle mají vysoký podíl svalové hmoty. Z mého měření docházím k závěru, že hodnota BMI je pouze orientační a nelze z této hodnoty opravdu posoudit, zda má jedinec nadváhu či obezitu, jelikož se hodnota vypočítává pouze z hmotnosti a výšky a nebere se v úvahu zastoupení tukové a svalové hmoty.

Po mém celkovém zhodnocení dat pro vybranou skupinu mohu sdělit, že ve většině případů se nejedná o jedince s normálovými hodnotami tělesného složení. Pokud tuto naměřenou skupinu rozdělím na jedince s vyššími hodnotami tuku a váhy a na jedince se správnými hodnotami, mezi které spadají i ti jedinci, kteří mají jejich hodnoty nižší, než je norma, mohu konstatovat, že převažují jedinci se správnými hodnotami, kteří

nemají sklony k nadváze či obezitě. Vliv dvouleté pandemie koronaviru, kdy byl omezen přístup ke sportovním aktivitám a volnému pohybu, neměl negativní dopad na zdravotní stav a tělesné složení mé vybrané skupiny. Jsem si vědoma, že tyto mé závěry o hodnocení tělesného složení nemohou popisovat celou populaci v České republice, jelikož měření probíhalo pouze na malém vzorku jedinců. Bylo by tedy vhodné se v následujících letech k takovému měření vrátit, rozšířit vybranou skupinu či se zaměřit na konkrétní případ a mé studie prohloubit.

## Seznam použité literatury

- 1- RIEGEROVÁ, Jarmila a Marie ULBRICHOVÁ. Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu. 3. Olomouc: HANEX, 2006. ISBN 80-85783-52-5.
- 2 - HAINER, Vojtěch a kol. Základy klinické obezitologie. 2. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3252-7.
- 3 - MALÁ, Lucia, Tomáš MALÝ, František ZAHÁLKA a Václav BUNC. Fitness Assessment: Body Composition. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2560-7.
- 4 - PÁNEK, Jan. Základy výživy. Praha: Svoboda Servis, 2002. ISBN 80-86320-23-5.
- 5 - Optimální složení těla. *Tanita-eshop.cz* [online]. Liberec [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.tanita-eshop.cz/optimalni-slozeni-tela>
- 6 - ZVONAŘ, Martin, Igor DUVAČ a kolektiv. Antropomotorika: Pro magisterský program tělesná výchova a sport. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5380-9.
- 7 - KOPECKÝ, Miroslav. Somatologie. 1. Olomouc, Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 2010. ISBN 978-80-244-2271-8.
- 8 - ROKYTA, Richard. Fyziologie. 3. Praha: Galén, 2016. ISBN 978-80-7492-238-1.
- 9 - Hydratace a voda v lidském těle. *Inbody.cz* [online]. Brno, 2018 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.inbody.cz/blog/844-hydratace-a-voda-v-lidskem-tele>
- 10 - NEČAS, Emanuel a kol. Obecná patologická fyziologie. 5. Praha: Karolinum, 2021. ISBN 978-80-246-4633-6.
- 11 - RACEK, Jaroslav. Tělesná voda. *Vovcr.cz* [online]. Ostrava, 2019 [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.vovcr.cz/odz/zdrav/189/page70.html>
- 12 - Harris–Benedict equation. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2022, 27.3.2022 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Harris%E2%80%93Benedict\\_equation](https://en.wikipedia.org/wiki/Harris%E2%80%93Benedict_equation)
- 13 - Bazální metabolismus. *Aktivnisport.cz* [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2022-03-28]. Dostupné z: <http://www.aktivnisport.cz/vyzivove-poradenstvi/blog-vyzive/bazalni-metabolismus.html>
- 14 - NOVOTNÝ, Ivan a Michal HRUŠKA. Biologie člověka. 3. Praha: Fortuna, 2002. ISBN 80-7168-819-3.
- 15 - HAINER, Vojtěch a kolektiv. Tajemství ideální váhy. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-128-3.



- 16- HAVLÍČKOVÁ, Ladislava a kol. Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část. 2. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-7184-875-1.
- 17 - BOUČKOVÁ, Zuzana. Diabetes mellitus I. typu. Medixa.org [online]. 2012 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://cs.medixa.org/nemoci/diabetes-mellitus-i-typu>
- 18 - BOUČKOVÁ, Zuzana. Diabetes mellitus II. typu. Medixa.org [online]. 2012 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://cs.medixa.org/nemoci/diabetes-cukrovka-ii-typu>
- 19 - Diabetes mellitus. Mojemedicina.cz [online]. 2017 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: [https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/diabetes-mellitus-cukrovka.html?gclid=Cj0KCQiAhMOMBhDhARIsAPVml-GLi4aUTmkNeis2er4zq0KRIC\\_pGbYb8btPyobV7g\\_7sZXxzcO\\_Y1IaAhKbEALw\\_wcB](https://www.mojemedicina.cz/pruvodce-pacienta/diagnozy/diabetes-mellitus-cukrovka.html?gclid=Cj0KCQiAhMOMBhDhARIsAPVml-GLi4aUTmkNeis2er4zq0KRIC_pGbYb8btPyobV7g_7sZXxzcO_Y1IaAhKbEALw_wcB)
- 20 - HAINER, Vojtěch. Obezita. 2. Praha: Triton, 2003. ISBN 80-7254-384-9.
- 21 - BMI. Zdravi-hubnuti.cz [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://zdravihubnuti.wordpress.com/kalkulacka-bmi>
- 22 - PAŘÍZKOVÁ, Jana. Složení těla a lipidový metabolismus za různého pohybového režimu. 1. Praha: AVICENUM, 1973.
- 23 - PAŘÍZKOVÁ, Jana. Body fat and physical fitness. Praha: AVICENUM, 1977. ISBN 90-247-1925-9.
- 24 - Multifrekvenční analyzátor složení těla pomocí bioelektrické impedance. *OPTING servis* [online]. Ostrava [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://www.optingservis.cz/images/documents/bodquadsc4000.pdf>
- 25 - Bodystat Quadscan 4000. *Hab direct* [online]. Southam [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://www.habdirect.co.uk/product/bodystat-quadscan-4000/>
- 26 - JIRCHÁŘOVÁ, Šárka. Měření Bodystat. Bezhladoveni [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-03-17]. Dostupné z: <https://www.bezhladoveni.cz/mereni-bodystat-ohlida-podil-tuku-v-tele-i-pokroky-pri-hubnuti/>

28.04.22 19:52

Tělesné složení - bakalářská práce

## Tělesné složení - bakalářská práce

\*Povinné pole

1. Vaše přiřazené číslo? \*

\_\_\_\_\_

2. Užíváte nikotin? (Cigarety, IQOS, elektronické cigarety...)\*

*Označte jen jednu elipsu.*

Ano

Ne

3. Trpíte nějakou nemocí? Pokud ano, jakou? (Cukrovka, nízký/vysoký krevní tlak...)\*

\_\_\_\_\_

4. Jak často sportujete? \*

*Označte jen jednu elipsu.*

Nesportuji.

1x - 2x týdně

3x - 4x týdně

5x a více za týden

5. Kolik minut přibližně zabere Vaše jedno cvičení?

\_\_\_\_\_

6. Kolikrát denně jíte? (Uved'te počet jídel za den) \*

\_\_\_\_\_

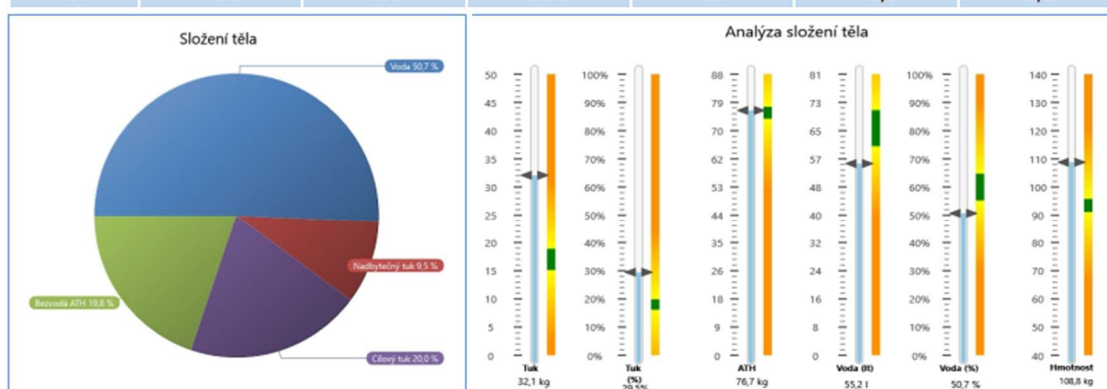
Tabulka 16 - Srovnání produktů Bodystat [25]

Přístroj	Bodystat 1500	Bodystat 1500 MDD	Bodystat Quadscan 4000
Data			
Tuková hmota	X	X	X
Hmotnost bez tuku	X	X	X
Celková hmotnost	X	X	X
Celková tělesná voda	X	X	X
Bazální metabolismus	X	X	X
Index tělesné hmotnosti	X	X	X
Extracelulární voda			X
Intracelulární voda			X
Výživový index			X
Hmotnost tělesných buněk			X
Vesmírná voda			X
Označovač nemoci			X
Měřená frekvence	50 kHz	5/50 kHz	5/50/100/200 kHz
Impedance	X	X	X
Odpor		X	X
Fázový úhel		X	X
Normální rozsahy	X	X	X



Bodystat® Zpráva o složení těla – profesionální

Jméno klienta	Ref. klient	Věk	Pohlaví	Aktivita	Výška	Hmotnost
Měření bakalarska práce	1234	53	M	Velmi nízká	1,84 m	108,8 kg
Datum/čas testu	Číslo testu / ref.	Zařízení	Sériové číslo	Pas	Boky	
08.04.2022 11:15	76	QuadScan 4000 BT	411154	85 cm	90 cm	
Imp. 5 kHz (Ω)	Imp. 50 kHz (Ω)	Imp. 100 kHz (Ω)	Imp. 200 kHz (Ω)	Resistance (Ω)	Reactance (Ω)	Phase Angle (°)
497	430	406	388	427	48,9	6,5



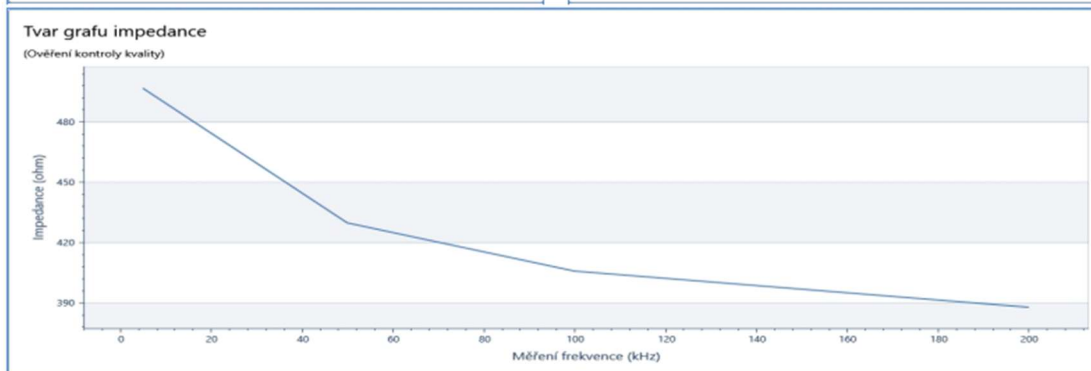
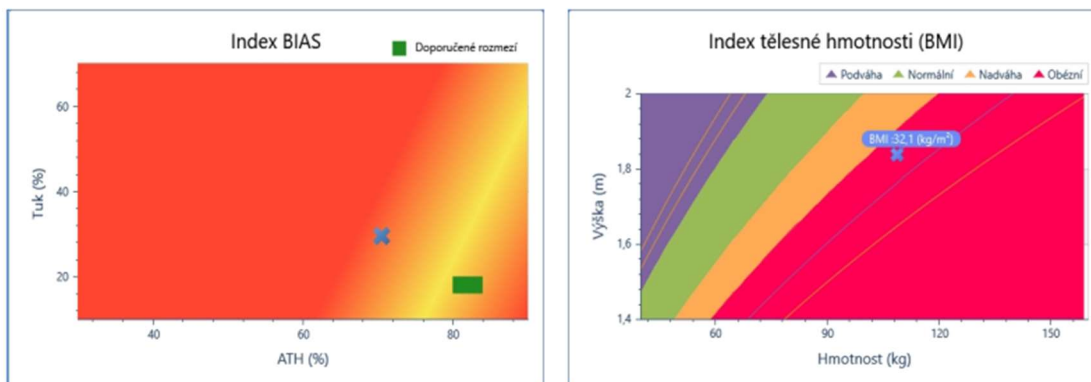
## Výsledek složení těla

Výsledek	Hodnota	CTV	ATH	Hmotnost
ECT (lt)	23,2	55,2 l (60 l - 71 l)	76,7 kg (74 kg - 78 kg)	108,8 kg (91 kg - 96 kg)
ICT (lt)	31,8			
3SW (lt)	0,1			
Bezvodá ATH (kg)	21,6			
Tuk (kg)	32,1 (15 kg - 19 kg)			

Výsledek	Procentuální hodnota	CTV	ATH	Normální rozmezí
ECT (%)	21,3	50,7 % (55% - 65%)	70,5 (%) (80% - 84%)	26,0
ICT (%)	29,3			34,0
3SW (%)	0,1			-
Bezvodá ATH (%)	19,8			-
Tuk (%)	29,5			(16% - 20%)

Zpráva	Bodystat® Zpráva o složení těla – profesionální	Vytvořené	20.04.2022	Podrobnosti zprávy
Strana	1/4	Rovnice	BCRE7	Jméno klient
				Měření bakalarska pr
				Ref. klient
				1234
				Datum testu
				08.04.2022 11:15
				Číslo testu
				76


[www.bodystat.com](http://www.bodystat.com)  
 © Bodystat Ltd



Výsledek	Hodnota	Normální
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	32,1	(20 - 25)
BFMI (kg/m <sup>2</sup> )	9,5	(4 - 6)
FFMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,7	(22 - 23)
Poměr pas/boky	0,94	< 1,00
Výsledek	Hodnota	
BMR	2187 kcal/den	20 kcal/kg
CVM (kcal/ kg)	3062	
Výsledek	Hodnota	Normální
Buněčná hmota (kg)	45,5	-
Nutriční index	0,42	0,43
Prediction marker	0,781	-
Kosterní svalová hm.	36,8	-

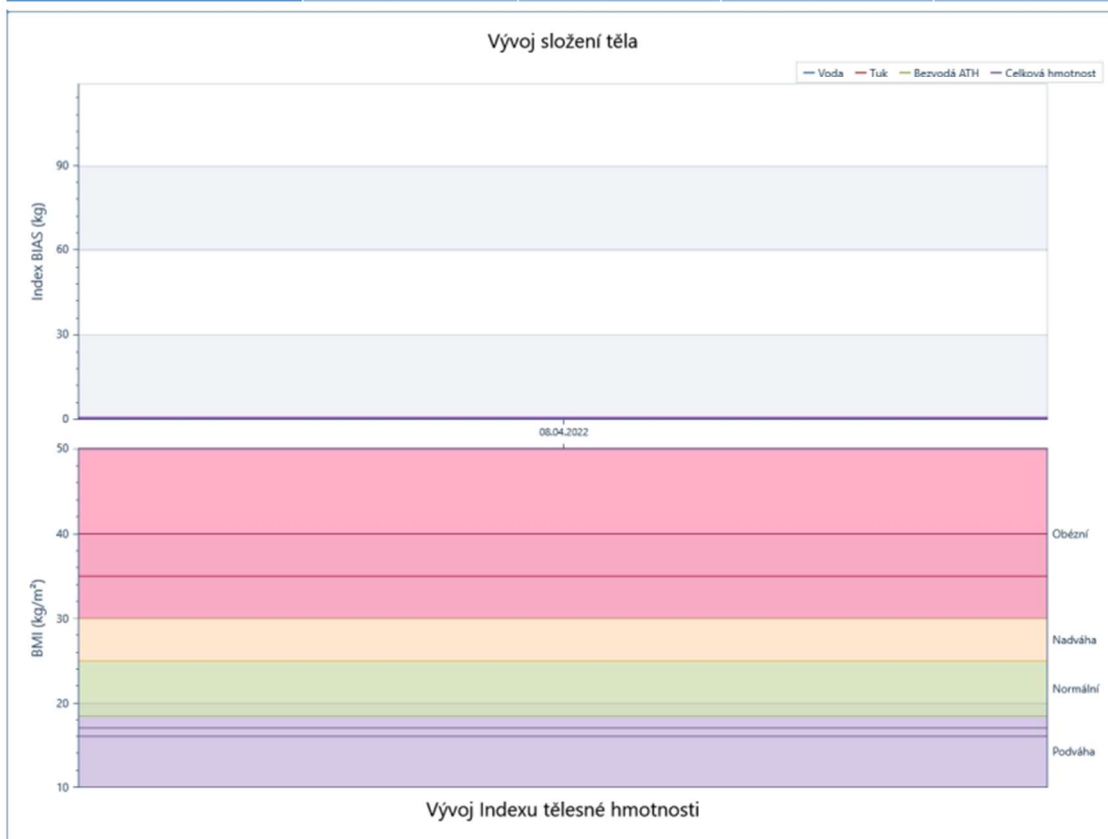
Poměr pas/boky  
Poměr pas/boky 0,94



Zpráva	Bodystat® Zpráva o složení těla – profesionální	Vytvořené	20.04.2022	Podrobnosti zprávy
Strana	2/4	Rovnice	BCRE7	Jméno klient
				Měření bakalarska pr
				Ref. klient
				1234
				Datum testu
				08.04.2022 11:15
				Číslo testu
				76



Historie složení těla				
Výsledek	První	Poslední	Odchyłka	Odchyłka %
Datum testu	08.04.2022 11:15:50	08.04.2022 11:15:50	~1 den	-
Hmotnost (kg)	108,8 kg	108,8 kg	0,00	0,0
Tuk (kg)	32,1 kg	32,1 kg	0,00	0,0
Bezvodá ATH (kg)	21,6	21,6	0,00	0,0
Voda (lt)	55,2	55,2	0,00	0,0
Imp 50 kHz (Ω)	430	430	0,00	0,0
Phase Angle 50 kHz	6,50	6,50	0,00	0,0
Prediction marker	0,781	0,781	0,000	0,0



Zpráva	Bodystat® Zpráva o složení těla – profesionální	Vytvořené	20.04.2022	Podrobnosti zprávy
Strana	3/4	Rovnice	BCRE7	Jméno klient
				Měření bakalarska pr
				Ref. klient
				1234
				Datum testu
				08.04.2022 11:15
				Číslo testu
				76



Historie složení těla											
Datum testu	Hmot- nost (kg)	ATH (kg)	Tuk (kg)	Tuk (%)	Cíl (%)	BMR (kcal)	Bezvod á ATH (kg)	Bezvod á ATH (%)	Voda (lt)	Voda (%)	Imp 50 kHz
8.dub.2022 11:15:50	108,8	76,7	32,1	29,5	20,0	20,1	21,6	19,8	55,2	50,7	430

Zpráva	Bodystat® Zpráva o složení těla – profesionální	Vytvořené	20.04.2022	Podrobnosti zprávy
Strana	4/4	Rovnice	BCRE7	Jméno klient
				Měření bakalarska pr
				Ref. klient
				1234
				Datum testu
				08.04.2022 11:15
				Číslo testu
				76



www.bodystat.com  
© Bodystat Ltd