Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

Využití metod bioelektrické impedance ke stanovení tělesného složení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

SPECIALIZACE VE ZDRAVOTNICTVÍ

Autor: Karolína Exnerová

Vedoucí práce: Mgr. David Kimmer, Ph.D.

České Budějovice 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem *„Využití metod bioelektrické impedance ke stanovení tělesného složení"* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich 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 bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 4. 5. 2023 ....

Exnerová Karolína

Poděkování

Velké poděkování patří mému vedoucímu práce Mgr. Davidu Kimmerovi, Ph.D. za odborné vedení, ochotu a pomoc při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Olze Dvořáčkové, Ph.D. za pomoc při analyzování dat ve statistické části práce. Velké díky také patří doc. RNDr. Miroslavu Šípovi, DrSc. za odborné rady k praktické části práce a také všem zúčastněným respondentům. V neposlední řadě chci poděkovat své rodině za podporu během psaní této práce, ale i v průběhu celého studia.

Využití metod bioelektrické impedance ke stanovení tělesného složení

Abstrakt

Téma práce je „Využití metod bioelektrické impedance ke stanovení tělesného složení“. Měření pomocí bioelektrické impedance se považuje za snadno dostupnou, neinvazivní a finančně přijatelnou metodu určování tělesného složení, které slouží k posouzení nutričního stavu, sestavení diet a tréninkových plánů.

Teoretická část se nejprve zabývá tělesným složením, poté podrobně popisuje metodu bioelektrické impedance. V praktické části byl sběr dat proveden kvantitativní metodou. Do výzkumu bylo zařazeno 30 respondentů, kteří byli získáni oslovením přes sociální síť nebo osobní nabídkou k účasti. Hlavním cílem práce bylo popsání a stanovení odchylek měření tělesného složení pomocí bioelektrických impedančních metod mezi přístroji InBody a Bodystat. Vedlejšími cíli bylo stanovit výhody a nevýhody měření na přístrojích InBody a Bodystat a analýza jídelníčků vybraných respondentů.

Ve výzkumu byla mezi přístroji zjištěna významná průměrná odchylka 202,8 ± 138,2 kcal při měření BMR. Po rozdělení respondentů dle věku byla mezi přístroji zjištěna významná průměrná odchylka u BMR, jejíž hodnota byla u mladších respondentů větší (264,9 ± 111,7 kcal) oproti starším respondentům (121,6 ± 130,0 kcal). Po rozdělení respondentů dle pohlaví bylo zjištěno, že se přístroje významně liší při měření BMR a TBW. Průměrná odchylka TBW byla větší u mužů (1,7 ± 3,1 l) oproti ženám (0,4 ± 1,6 l). Průměrná odchylka BMR byla větší u mužů (272,5 ± 124,1 kcal) oproti ženám (141,9 ± 122,8 kcal). Při posouzení výhod a nevýhod přístrojů s ohledem na přesnost měření a množství dat převládají pozitiva u InBody370s, s ohledem na manipulaci s přístrojem převládají pozitiva u přístroje Bodystat®1500. K analýze jídelníčků byl použit program Nutriservis Professional. Ve většině případů strava respondentů neodpovídala zásadám správné výživy. Tuky a bílkoviny byly z velké části zastoupeny v nadbytku, a naopak téměř všichni respondenti měli nedostatek sacharidů. Častým problémem stravy respondentů byla její jednotvárnost.

Klíčová slova

Tělesné složení; bioelektrická impedance; odchylky.

Use of bioelectrical impedance analysis to determine composition of a body

Abstract

The topic of this thesis is "Use of bioelectrical impedance analysis to determine composition of a body". Measurement using bioelectrical impedance is considered an easily accessible, non-invasive and financially acceptable method of determining body composition, which is used to assess nutritional status, create diets and training plans.

The theoretical part first deals with body composition, then describes in detail the bioelectrical impedance method. In the practical part, data collection was performed using a quantitative method. The research included 30 respondents who were recruited through social media or personal invitation to participate. The main objective of the work was to describe and determine deviations in the measurement of body composition using bioelectrical impedance methods between the InBody and Bodystat devices. The secondary objectives were to determine the advantages and disadvantages of measuring on InBody and Bodystat devices and to analyze the diets of selected respondents.

In the research, a significant average deviation of 202.8 ± 138.2 kcal was found between the devices in measuring BMR. After dividing respondents by age, a significant average deviation was found between the devices in BMR, with a higher value (264.9 ± 111.7 kcal) among younger respondents compared to older respondents (121.6 ± 130.0 kcal). After dividing respondents by gender, it was found that the devices differed significantly in measuring BMR and TBW. The average deviation in TBW was greater with men (1.7 ± 3.1 l) than with women (0.4 ± 1.6 l). The average deviation in BMR was greater with men (272.5 ± 124.1 kcal) than with women (141.9 ± 122.8 kcal). When assessing the advantages and disadvantages of the devices with respect to measurement accuracy and the amount of data, the positives for the InBody370s prevail, and with respect to manipulation with the device, the positives for the Bodystat®1500 device prevail. The Nutriservis Professional program was used to analyze the diets. In most cases, the respondents' diets did not correspond to the principles of proper nutrition. Fats and proteins were largely overrepresented, while with almost all respondents a carbohydrate deficiency was found. The diet's uniformity was a frequent problem for the respondents.

Key words

Body composition; bioelectrical impedance; deviations.

Obsah

ÚVOD 8

1. SOUČASNÝ STAV 9

1.1 Tělesné složení 9

1.1.1 Modely tělesného složení 10

1.1.2 Základní složky hodnotící tělesné složení 12

1.1.3 Metody měření tělesného složení 14

1.2 Bioelektrická impedanční analýza 16

1.2.1 Historické pozadí BIA 16

1.2.2 Využití BIA v klinické praxi 17

1.2.3 Princip 18

1.2.4 Druhy technologií BIA 20

1.2.5 Hodnoty získané pomocí BIA 23

1.2.6 Faktory ovlivňující měření 24

1.2.7 Zásady při měření 25

1.2.8 Výhody a nevýhody měření pomocí BIA 26

2. CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY 28

2.1 Cíl práce 28

2.2 Výzkumné otázky 28

2.3 Operacionalizace 28

3. METODIKA 29

3.1 Metodika práce 29

3.1.1 Charakteristika použitých přístrojů 30

3.1.2 InBody370s 30

3.1.3 Zápis jídelníčků 31

3.2 Charakteristika výzkumného souboru 31

3.3 Sběr dat 31

3.4 Analýza dat 32

4. VÝSLEDKY 33

4.1 Analýza naměřených dat 33

4.1.1 Analýza vybraných parametrů u celého souboru 33

4.1.2 Analýza vybraných parametrů dle věku 39

4.1.3 Analýza vybraných parametrů dle pohlaví 42

4.1.4 Analýza vybraných parametrů dle BMI 45

4.2 Výhody a nevýhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500 48

4.2.1 Výhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500 49

4.2.2 Nevýhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500 50

4.3 Analýza jídelníčků 51
5. DISKUSE 64
6. ZÁVĚR 69
7. SEZNAM LITERATURY 71
8. SEZNAM ZKRATEK 78
9. SEZNAM PŘÍLOH 80

ÚVOD

V současné době roste zájem o studium tělesného složení zejména kvůli nemocem způsobených životním stylem a rostoucímu výskytu obezity populace, která se stává celosvětovým problémem. Z tohoto důvodu se zvyšuje potřeba nejpřesnější a zároveň cenově dostupné metody stanovení tělesného složení. Existuje spousta metod stanovení tělesného složení od těch nejpřesnějších po ty méně přesné.

Jednou z nejvyužívanějších a nejoblíbenějších metod stanovení tělesného složení je bioelektrická impedanční analýza. Tato metoda funguje na principu vyhodnocování rozdílné vodivosti biologických tkání, kdy se do těla vpouští slabý střídavý elektrický proud a následně se pomocí predikčních rovnic vyhodnocují složky tělesného složení. Ačkoliv je tato metoda měření nepřímá a složky tělesného složení se pouze odhadují pomocí predikčních rovnic, má spoustu pozitiv, pro která se využívá jak v klinické praxi nebo výživových poradnách, tak i v domácím prostředí nebo ve sportovním odvětví. Hlavními výhodami jsou cenová dostupnost, snadné přenášení a ovládaní, snadné zaškolování operátorů a hlavně neinvazivnost. Bioelektrická impedanční analýza je metoda měření tělesného složení, která monitoruje složení těla v reálném čase. Díky tomu pomáhá předcházet různým patologickým stavům, diagnostikovat různá onemocnění, sledovat funkčnost léčby a u sportovců sledovat efektivitu tréninků. Podmínkou při měření je fixní hydratace, která u kriticky nemocných často neplatí a odhadnout tělesné složení se tak stává složitější.

V současné době existuje na trhu spousta přístrojů, které pracují na principu bioelektrické impedance. Od jednodušších a levnějších přístrojů, které se využívají k domácím účelům, po přesnější přístroje, které se využívají v klinické praxi nebo ve výzkumech. Přístroje, které fungují na principu bioelektrické impedanční analýzy, se stále vyvíjí a vytváří se stále nové výzkumy, aby se dosáhlo co nejpřesnějších naměřených výsledků a aby se co nejvíce zamezilo chybám v měření.

1. SOUČASNÝ STAV

1.1 Tělesné složení

„*Tělesná stavba, tělesné rozměry a složení těla patří mezi podstatné faktory motorické výkonnosti a fyzické zdatnosti.*“ (Kutáč, 2009, s. 23). Tělesné složení se mění v průběhu celého života jedince a je dáno geneticky, věkem, pohlavím a následně je ovlivňováno vnějšími faktory, mezi které patří zejména pohybová aktivita, výživa a životní prostředí (Kutáč, 2009). Změny v tělesném složení můžeme pozorovat i u různých patologických stavů (Kuriyan, 2018).

Tělesné složení studuje klinické měření tkání, tekutin a rozložení hmotnosti v těle a má význam jak pro samotného jedince, tak pro klinická zařízení, pro výzkum i pro sportovní odvětví (Ling et al., 2011).

Pro samotného jedince znamená studium tělesného složení jistou formu prevence, jak předejít nemocem způsobeným životním stylem. (například kardiovaskulární choroby, diabetes druhého typu, rakovina) (Kuriyan, 2018). Pro starší jedince sledování tělesného složení umožňuje hodnocení změn souvisejících s věkem, na jejichž základě je možné vypracovat postupy, které minimalizují škodlivý dopad těchto změn na jejich životní pohodu (Ling et al., 2011).

V klinických zařízeních je zjišťování tělesného složení základním nástrojem pro nutriční terapeuty a napomáhá ke snížení doby hospitalizace a tím i snížení finančních nákladů zařízení. Znalost tělesného složení vede ke včasné péči nutriční intervencí, která v klinických zařízeních předchází různým onemocněním souvisejících s nutricí (nejčastěji malnutrice), jež mohou zhoršovat účinky mnoha zdravotních stavů a prodlužovat dobu hospitalizace (Andrade et al., 2022). Sledování nutričního stavu slouží k přizpůsobení nebo postupnému upravování vhodné nutriční terapie pro dané onemocnění a sledování účinnosti nutriční terapie u pacientů. Měření tělesného složení se doporučuje pravidelně provádět u hospitalizovaných pacientů a nutričně ohrožených ambulantních pacientů (Thibault et al., 2012).

Znalost tělesného složení má velký význam hlavně v epidemiologickém výzkumu a výzkumu veřejného zdraví. Tyto výzkumy jsou důležité ke statistickému určení přítomnosti zvýšeného rizika onemocnění souvisejících s výživou (Holmes, Racette, 2021).

Ve sportovním odvětví je využití tělesného složení důležité k hodnocení fyzické zdatnosti a nápomocné k zhodnocení efektivity tréninkových programů nebo diet a jejich případnému upravení dle potřeb sportovců (Ling et al., 2011).

1.1.1 Modely tělesného složení

Metody stanovení tělesného složení jsou založeny na různých modelech, které rozdělují tělesnou hmotnost na několik složek. Daná metoda pak zkoumá podíl jednotlivých složek tělesného složení na celkové tělesné hmotnosti s cílem určit zastoupení jednotlivých částí tělesných tkání, případně i jejich molekulárních, buněčných a atomárních složek (Weber et al., 2012).

V roce 1921 vůbec poprvé popsal tělesné složení československý antropolog J. Matiegk. Pokusil se o určení tělesného složení pomocí antropometrických měření a rozdělil tělo na čtyři složky. Mezi tyto složky patřila hmotnost, kůže a podkožní tuková tkáň, kosterní svalstvo a zbytek. Principem metody bylo vypočítání procentuálního podílu těchto složek na celkové tělesné hmotnosti, a to na základě hodnot tělesné výšky, tělesné hmotnosti, tloušťky kožních řas, tělesných obvodů a šířek kostí (Riegerová et al., 1998). Od té doby byla vytvořena spousta metod a různých modelů tělesného složení (Weber et al., 2012).

Mezi tři základní modely lidského těla se řadí chemický model, anatomický model a dvoukomponentový model (Two-Compartment model – 2C model) (Riegerová et al., 1998). Dále jsou využívané tříkomponentové (Three-Compartment model – 3C model), čtyřkomponentové (Four-Compartment model – 4C model), pětiúrovňové nebo multikomponentové modely složení lidského těla. Nejvíce používaný je 4C model (Müller et al., 2015).

Základní modely

Nejjednodušší model popisující tělesné složení je 2C model, který rozděluje tělesnou hmotnost pouze na tukovou tělesnou tkáň (Fat Mass – FM) a beztukovou tělesnou tkáň (Fat-Free Mass – FFM). FM označuje veškerý tuk v těle a vše ostatní spadá pod FFM (Müller et. al., 2015). Předpokládá se, že hustota FM (0,9007 g/ml) a FFM (1,100 g/ml) je konstantní. Ovšem hydratace a podíl kostního materiálu může FFM měnit, proto je výhodnější využívat k popsání tělesného složení multikomponentové modely, které FFM rozdělují na konkrétní složky (Weber et al., 2012; Kuriyan, 2018). Dle Riegerové

et al. (2006) vznikl 2C model zjednodušením 3C modelu a 4C modelu, protože jednotlivé složky v těchto modelech bylo obtížné změřit.

3C model je tvořen FM, ale FFM je navíc rozdělena na další dvě složky – celkovou tělesnou vodu (total body water – TBW) a sušinu, kam patří bílkoviny a minerály. Přičemž k co nejpřesnějšímu odhadu FM se předpokládá konstantní poměr minerálů a bílkovin v hodnotě 0,359, proto se musí používat s opatrností u pacientů s vyčerpanou tělesnou bílkovinou nebo minerální kostní hmotou. U 4C modelu je hmotnost rovna FM, FFM zahrnuje TBW jako u 3C modelu, ale navíc od sebe rozlišuje bílkoviny a minerály. Model 3C a 4C byl odvozen od chemického a anatomického modelu (Riegerová et al., 2006; Kuriyan, 2018).

Dle chemického modelu je tělo tvořeno FM a FFM zahrnující bílkoviny, sacharidy, minerály a TBW. Chemický model se využívá v případě zjišťování tělesných energetických zásob. Dle anatomického modelu je tělo tvořeno FM a FFM zahrnující svalstvo, kosti, vnitřní orgány a ostatní tkáně. Anatomický model se využívá v případě, že chceme zjistit vlastní tělesné složení (Riegerová et al., 2006).

Pětiúrovňový model vypracovaný Wangem et al. definuje pět úrovní, které se vzájemně propojují. Jednotlivé úrovně mohou sloužit pro určení vhodné metody analýzy. To je výhodné zejména, pokud bychom chtěli zkoumat konkrétní složku těla (Weber et al., 2012). Mezi těchto pět úrovní řadíme atomovou, molekulární, buněčnou, tkáňově-orgánovou a celotělovou úroveň. Atomová úroveň zahrnuje jedenáct hlavních prvků. 96 % atomové úrovně tvoří kyslík, vodík, dusík a uhlík, zbytek tvoří sodík, draslík, chlor, fosfor, hořčík a síra. To je významné například ve výzkumech oborů radiobiologie a nukleární medicíny. Součástí molekulární úrovně jsou lipidy, bílkoviny, sacharidy, voda, kostní minerály a minerály měkkých tkání. Mezi buněčnou úroveň patří extracelulární tekutiny, extracelulární pevné látky a buněčná hmota dělící se na tukovou a aktivně metabolizující tělesnou buněčnou hmotu. Tkáňovo-orgánová úroveň zahrnuje hlavní tkáně, FM, kosterní svalstvo, viscerální orgány, kosti, mozek, játra, ledviny, srdce a slezinu (Müller et al., 2015). A jako poslední je celotělová úroveň, která popisuje tělesné složení stejně jako 2C model (Wierdsma et al., 2017).

Multikomponentové modely jsou kombinací FM a tří a více složek FFM (například již zmíněný čtyřkomponentový model). Výhodou je větší přesnost v hodnocení tělesného složení, protože se nemusí spoléhat na to, že bude FFM konstantní. Příkladem může být

model, který může obsahovat FM s hustotou 0,9007 g/ml a tři složky FFM – TBW s hustotou 0,9937 g/ml, minerální látky s hustotou 3,038 g/ml a bílkoviny s hustotou 1,34 g/ml, ve srovnání s dvousložkovým modelem, který by obsahoval pouze FM s hustotou 0,9007 g/ml, a FFM s hustotou 1,100 g/ml (Weber et al., 2012).

1.1.2 Základní složky hodnotící tělesné složení

Při hodnocení složení lidského těla nejčastěji sledujeme hodnoty základních měřitelných složek, kterými jsou FFM a FM (Tomešová, 2021). Je důležité vybrat vhodnou metodu odhadu tělesného složení, protože ne všechny metody dokáží určit relativní podíl FM a FFM nebo změny v těchto složkách, které mohou odrážet riziko onemocnění (Holmes, Racette, 2021).

Beztuková tělesná tkáň (FFM)

Beztuková tělesná tkáň, jinak aktivní tělesná hmota nebo také tukuprostá tělesná tkáň (dále FFM) je jedna ze základních ukazatelů tělesného složení a tvoří až 80 % celkové tělesné hmotnosti (Thibault et al., 2012).

FFM označuje všechny složky v těle kromě tuku. Občas bývá nahrazována štíhlou tukovou tkání (Lean Body Mass – LBM), která navíc obsahuje esenciální množství tuku (například v membránách buněk), ale na celkové tělesné hmotnosti se téměř neprojeví (Tomešová, 2021). Platí, že čím víc složek FFM daná metoda měří, tím je měření přesnější, ale hlavně určení zastoupení množství svalové tkáně, kostní hmoty a TBW má vysokou vypovídací hodnotu při diagnostice a léčbě stavů souvisejících s výživou, které ovlivňují zdraví (Holmes, Racette, 2021).

Jednou ze dvou složek svalové tkáně je kosterní svalstvo, jehož hodnoty závisí na fyzické aktivitě a zdatnosti, ale také na zdravotním stavu jedince. Z toho vyplývá, že kosterní svalstvo je velmi proměnlivou složkou tělesného složení a jeho snížení je hlavním ukazatelem svalové slabosti (Holmes, Racette, 2021). Naopak stabilní složkou je kostní hmota, která je v těle zastoupena ve 3–7 % z celkové tělesné hmotnosti (Tomešová, 2021).

TBW zaujímá největší část lidského těla. Její množství v těle se mění v průběhu života a závisí na příjmu tekutin, věku, pohlaví a hmotnosti. TBW tvoří u zdravých a dospělých jedinců více než 50 % objemu lidského organismu. S přibývající hmotností obsah TBW

v těle klesá. Pro ženy platí, že mají méně TBW než muži, protože jejich tělo obsahuje vyšší podíl FM. Výjimkou jsou těhotné ženy a děti (až 85 %), které mají vyšší množství TBW v organismu. Naopak menší množství TBW mají staří lidé (Stránský, Pechan et al., 2019). TBW zahrnuje extracelulární tekutinu (Extracellular Water – ECW) a intracelulární tekutinu (Intracellular Water – ICW). Poměr mezi ECW a ICW musí být v poměru 2:3 (Aldobali, Pal, 2021).

ECW je tekutina nacházející se mimo buňku. Obsahuje přibližně 36 % TBW. Obsahuje vysokou koncentraci sodíku a chloridu. Reguluje průtok vody a elektrolytů v těle (Aldobali, Pal, 2021). V organismu se nachází jako intersticiální tekutina, intravazální tekutina a transcelulární tekutina. Intersticiální tekutina neboli tkáňový mok se nachází v mezibuněčných prostorách. Intravazální tekutina je obsažena v plazmě. Transcelulární tekutina se nachází v tělních dutinách (likvor, komorová voda, moč apod.) (Stránský et al., 2019).

ICW se nachází uvnitř buněčných membrán. Obsahuje přibližně 64 % z TBW. Jedná se hlavně o ionty draslíku o koncentraci přibližně 160 mequiv/l. Je přímo úměrná množství kosterního svalstva (Aldobali, Pal, 2021).

Úbytek FFM zvyšuje výskyt infekcí, komplikací a je spojen s různými nemocemi. Zhoršuje tedy celkovou kvalitu života, prodlužuje hospitalizaci a následnou rekonvalescenci, a tím zvyšuje náklady nemocnice na zdravotní péči. Úbytek FFM je také spojen s toxicitou terapií u onkologických pacientů (Thibault et al., 2012). Metabolicky aktivní část FFM, kam patří ICW a bílkoviny, se hromadně nazývá intracelulární buněčná hmota (Body Cell Mass – BCM). Snížení BCM v důsledku kritického onemocnění je markerem podvýživy (Moonen, Van Zanten, 2021).

Tuková tělesná tkáň (FM)

Tuková tělesná tkáň (dále FM) zahrnuje všechny lipidy v těle člověka, je složena z tukových buněk adipocytů a v těle má energetickou a izolační funkci (Wang a Torriani, 2020).

Podle místa ukládání tuku v těle se rozlišuje FM na podkožní neboli subkutánní a na vnitrobřišní neboli viscerální (Tomešová, 2021). Subkutánní FM se ukládá těsně pod kůží a její funkcí je ochrana a teplená izolace. V dutině břišní se ukládá viscerální FM, která slouží jako zásobárna energie (Wang, Torriani, 2020).

Množství FM závisí na zdravotním stavu jedince, pohlaví, zejména na životním stylu. Ženy mají větší množství FM než muži. Ideální množství u mužů je cca 15 %. U žen by množství FM nemělo klesnout pod 20 %, přičemž horní hranicí je 30 % (Tomešová, 2021).

Nadměrné množství FM, zejména viscerálního tuku v dutině břišní, vede k utlačování vnitřních orgánů a produkování prozánětlivých cytokinů, které mají za následek různá zdravotní rizika (Andreoli et al., 2016). Mezi ně řadíme steatózu jater, malignitu, různé metabolické poruchy, včetně zhoršeného metabolismu glukózy a lipidů, které zvyšují vznik kardiovaskulárních onemocnění na podkladě aterosklerózy (kornatění tepen) a diabetu druhého typu (Wang, Torriani, 2020).

1.1.3 Metody měření tělesného složení

V současnosti existuje mnoho metod měření tělesného složení a výběr konkrétní metody závisí na různých aspektech. Před stanovením vhodné metody měření tělesného složení je nutné znát fyzickou kondici měřeného jedince a přizpůsobit tak metodu měření jeho potřebám (Ackland et al., 2012).

Je důležité vybírat metodu podle jednoduchosti, požadované přesnosti v měření, její dostupnosti a smyslu měření. Výběr metody by měl záviset i na časových a finančních možnostech. Metody tělesného složení lze rozdělit na přímé, nepřímé a dvojitě nepřímé metody stanovení tělesného složení (Wierdsma et al., 2017).

Přímé metody stanovení tělesného složení

Přímé metody stanovení tělesného složení jsou precizní, přesné a měřící bez předpokladů. Do přímých metod řadíme chemickou analýzu těla nebo neutronovou aktivační analýzu in vivo, jsou však velmi složitě proveditelné a finančně náročné, takže je nelze využít v každodenní klinické praxi (Wierdsma et al., 2017).

Nepřímé metody stanovení tělesného složení

Nepřímé metody měření tělesného složení jsou nejvíce využitelné ve vědeckých výzkumech. Tělesné složení měří na základě jednoho nebo více předpokladů. Mezi nepřímé metody tělesného složení se řadí například duální rentgenová absorpcimetrie (dual energy X-ray absorptiometry – DEXA) a pletysmografie s výtlakem vzduchu (Air displacement plethysmography – ADP) (Wierdsma et al., 2017).

DEXA je metoda, která využívá vysokoenergetické a nízkoenergetické rentgenové paprsky, které procházejí jedincem ležícím na zádech na snímkovacím lůžku. DEXA měří FM a FFM, ale využívá se hlavně pro měření denzity kostní hmoty. Její nevýhodou je nemožnost měření u těhotných žen, protože v malé míře vystavuje jedince expozici radiačního záření (Lemosa a Gallagher, 2018).

ADP je metoda, která používá denzitometrii (metoda určující hustotu kostních minerálů) k odhadu tělesného složení. Měří objem těla jedince sedícího v uzavřené komoře pomocí posunu vzduchu (Wierdsma et al., 2017).

Dvojitě nepřímé metody stanovení tělesného složení

U dvojitě nepřímých metod se využívá jedna nepřímá míra k předpovědi jiné nepřímé míry (Ackland et al., 2012). Dvojitě nepřímé metody tělesného složení jsou finančně přijatelné a jednoduché, proto jsou nejvíce využívány v klinické praxi a jsou nedílnou součástí nutriční terapie. Kromě bioelektrické impedanční analýzy (Bioelectrical Impedance Analysis – BIA), která je široce popsána v druhé kapitole, se do dvojitě nepřímých metod řadí například výpočet indexu tělesné hmotnosti (body mass index – BMI) a měření obvodů různých částí těla (například pasu, paže…) (Wierdsma et al., 2017).

BMI je obecný ukazatel zdraví spojený s hmotností. Vzorec pro výpočet BMI je váha (kg)/výška (m^2). Výsledky BMI orientačně hodnotí, zda je tělesná hmotnost k výšce nízká, optimální nebo vysoká (Kleinwächterová, Brázdová, 2001). Může diagnostikovat obezitu i podvýživu. Její nevýhodou je, že nerozlišuje FM a FFM, takže může některé jedince podhodnocovat nebo nadhodnocovat (Borga et al., 2018).

K měření obvodů těla je zapotřebí pouze svinovací metr. Pro každý obvod jsou nastavené rizikové rozměry. Mezi nejdůležitější měření obvodů se řadí obvod pasu, který může odhadnout hromadění tuku v dutině břišní a s tím spojené onemocnění (Holmes, Racette, 2021).

1.2 Bioelektrická impedanční analýza

Bioelektrická impedanční analýza (dále BIA) je jedna z mnoha metod stanovení tělesného složení u zdravé i nemocné populace. Díky svým převažujícím pozitivům je v posledních letech jednou z nejpopulárnějších metod (Zadák, Květina, 2011).

BIA má velký potenciál ve využití v klinické praxi. Existují rozsáhle validované metody měření tělesného složení v klinické praxi (například CT, MRI), ale při použití během kritického onemocnění mají svá omezení, a to z důvodu nákladů, nepraktičnosti nebo radiační zátěže. Přestože BIA nebyla u kriticky nemocných validována, kvůli různým faktorům, které ovlivňují přesnost měření, je nejpoužívanější metodou měření tělesného složení u lůžka pacienta, a to hlavně z důvodu nízké finanční náročnosti a opakovanému využívání kvůli její neinvazivnosti (Moonen, Van Zanten, 2021). Tato metoda zjišťuje prognózu onemocnění, je nápomocná při diagnostice onemocnění, hodnotí stav výživy u různých klinických stavů hospitalizovaných pacientů, monitoruje nutriční riziko u ambulantních pacientů. V neposlední řadě dokáže BIA odhadnout závažnost onemocnění u akutně i chronicky nemocných pacientů (Aldobali, Pal, 2021; Ward, Müller, 2013).

Je oblíbenou metodou měření tělesného složení v domácím prostředí, ve sportovním odvětví a výživových poradnách (Khalil et al., 2014).

1.2.1 Historické pozadí BIA

Už od konce 18. století vznikaly první studie zabývající se elektrickými vlastnostmi tkání. V roce 1871 byly tyto studie poprvé popsány. Thomasset jako první prokázal možnost použití BIA k zjištění TBW pomocí dvou podkožně zavedených jehlových elektrod, ale až v 80. letech 20. století byla představena jako nová metoda k odhadu tělesného složení. Od té doby vznikala spousta studií, které se zabývaly její validitou (Kyle et al., 2004; Ward, Müller, 2013; Khalil et al., 2014).

Měření FM a FFM pomocí BIA prokázal později Nyboer a Hoffer et al. za pomocí čtyř povrchových elektrod (Kyle et al., 2004). Zásadní zlom nastal, když byla o několik let později publikována studie Lukaskiho et al., v níž byla metoda validována a začalo tak období intenzivního výzkumu, vývoje i s možností domácího užití a rozšíření technologie do dalších biomedicínských výzkumů (Ward, Müller, 2013).

V roce 1996 byl poprvé vydán dokument vyjadřující různá stanoviska problematiky měření pomocí BIA a ten byl poté v roce 1999 aktualizován (Ward, Müller, 2013). V 90. letech 20. století vznikaly multifrekvenční analyzátory a také se metoda BIA začala stále více využívat u lůžka pacienta. Měření pomocí BIA se stále zdokonaluje (Kyle et al., 2004).

1.2.2 Využití BIA v klinické praxi

V klinickém prostředí nestačí pouze znalost hmotnosti pacienta pro posouzení jeho nutričního stavu, ale je nutné znát poměry složek těla, hlavně FM a svalů. Z tohoto důvodu se využívá BIA, která jako jedna z mála metod dokáže odhadnout zastoupení jednotlivých složek tělesného složení, jejichž znalost může hodnotit zdravotní stav pacienta a následný vývoj při léčbě (Ferguson, Lambell, 2022).

Využití BIA v klinické praxi bylo zjišťováno v mnoha vědeckých studiích. Nejvíce se využívá k posouzení stavu výživy a hydratace a je užitečná v mnoha klinických oborech (Naranjo-Hernández et al., 2019). Mezinárodní výživová doporučení navrhují BIA k identifikaci úbytku svalové hmoty při diagnostice podvýživy. Proto se doporučuje pravidelně provádět hlavně u onemocnění, která vedou ke snížení hmotnosti, hlavně snížení FFM, což je pro pacienty rizikové (Ferguson, Lambell, 2022).

Měření pomocí BIA se doporučuje hlavně u pacientů s onemocněním, které souvisí s nervovým systémem jako je Alzheimerova choroba, mentální anorexie nebo mentální postižení, u nichž je snížen perorální příjem (Khalil et al., 2014). Dále u pacientů s onemocněním, které souvisí s imunitním systémem (pacienti s AIDS, horečkou dengue, hemoragickou horečkou a chronickými záněty) a jsou spojena s vyššími nároky na energii. Také se doporučuje u pacientů v kritickém stavu (sepse, hemodynamická resuscitace, syndrom akutní respirační tísně, pacienti upoutaní na lůžko a pacienti s jaterní cirhózou), kteří mají vyšší nároky na energii a zároveň snížený perorální příjem (Naranjo-Hernández et al., 2019). U onkologických pacientů, kde kromě včasného zabránění malnutrice či vážnější nádorové kachexie, navíc slouží jako včasný diagnostický nástroj, který dokáže rozlišit zdravou tkáň od rakovinné (Cotogni et al., 2018). Dále i u pacientů s chronickým respiračním onemocněním, kteří jsou při snížení tělesné a svalové hmoty ohroženi zánětem, kachexií, anorexií, nárůstem dušnosti, zhoršením nebo opětovným splanutím nemoci, sníženou schopností cvičit a celkovým zhoršením zdravotního stavu

a kvality života, které vede k vyšší mortalitě a morbiditě (Naranjo-Hernández et al., 2019).

V nefrologii je BIA užitečná k monitorování tekutin u pacientů s chronickým nebo akutním onemocněním ledvin, kde je nadbytek tekutin spojený se zvýšenou morbiditou a mortalitou, dále k odhadu objemu močoviny nebo k hodnocení stavu výživy (Zhang et al., 2020). V kardiologii může sloužit jako doplňující nástroj při diagnostice nebo monitorování stavů souvisících s kardiovaskulárním systémem, například může včas zjistit akumulaci tekutin po operacích. Další využití BIA je v pediatrii, gerontologii, v pooperačním období nebo během rehabilitačního procesu (Naranjo-Hernández et al., 2019).

Při vyšetření pacienta pomocí BIA je nejprve nutné do přístroje zadat vstupní informace dle technologie přístroje (pohlaví, věk, výšku, v případě měření na lůžku i hmotnost). Výsledky jsou dostupné během několika minut, pacient je obdrží vytištěné ve formě tabulek, grafů či obrázků. Je nutné provést slovní výklad vysvětlující jednotlivé naměřené hodnoty, aby pacient porozuměl, jak jeho měření dopadlo. Pacientovi je dle výsledků stanovena vhodná léčba a nadále se pravidelně přeměřuje pro kontrolu úspěšnosti nutriční léčby (Měření tělesného složení…, 2020).

1.2.3 Princip

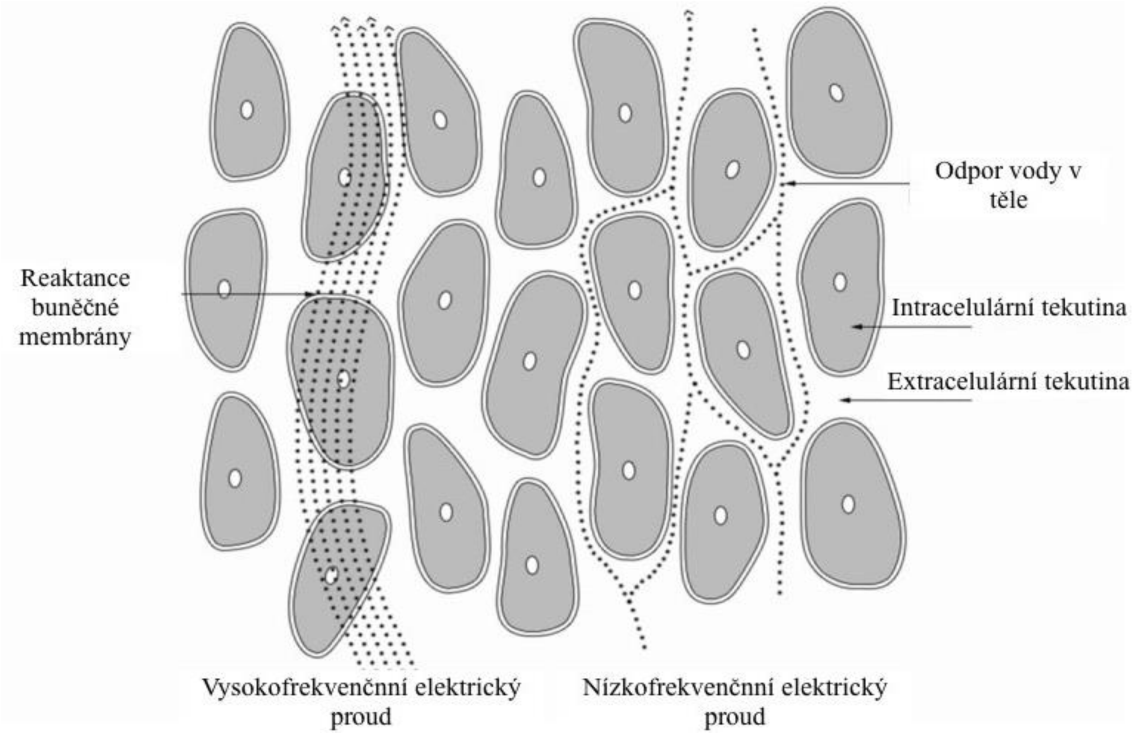
Měření pomocí BIA probíhá nepřímo a výsledkem jsou tedy nepřímé odhady tělesného složení (Campa et al., 2022). Princip měření spočívá v rozdílných vlastnostech vodivosti (impedance) jednotlivých biologických tkání při průchodu střídavého elektrického proudu organismem o velmi nízké intenzitě a specifické frekvenci. Střídavý elektrický proud zjišťuje dva biologické parametry, kterými jsou tělesný odpor (R) a reaktance (Xc), které se pak využívají k výpočtu impedance (Z) neboli Bioimpedance (Kikalová et al., 2014).

Bioimpedance je výsledkem odporu těla vůči průtoku střídavého elektrického proudu a reaktance. Odpor těla vzniká při odporu vůči proudu protékajícího tkáněmi obsahující vodu a elektrolyty (Kikalová et al., 2014; Ceniccola et al., 2018). Různé složky těla kladou různý odpor průchodu elektrického proudu. FFM je z velké části tvořena vodou, a proto snadno a relativně konstantně vede elektrický proud a výsledkem je nízký odpor. Naopak FM vede elektrický proud hůře a odpor je tedy vysoký (Hrazdira, Mornstein,

2001; Hrazdira, Mornstein et al., 2006; Tomešová, 2021). Z toho vyplývá, že odpor je nepřímo úměrný obsahu vody v těle a zvyšuje se s rostoucím podílem obsahu tuku, ale klesá s rostoucím podílem obsahu vody a svalové hmoty v tkáni. Reaktance vzniká při zpoždění ve vedení proudu, které souvisí s kapacitou buněčných membrán. Může se měnit v závislosti na integritě, funkci a složení buněčné tkáně (Davidov et al., 2021).

Většinou se využívá střídavý proud o střední frekvenci 50 kHz, který je schopen procházet některými buněčnými membránami, takže protéká ECW a částečně ICW a nejlépe měří odpor i maximální reaktanci. Nízkofrekvenční proudy do 50 kHz neprojdou buněčnými membránami a jsou schopny měřit impedanci pouze extracelulárního prostoru (obrázek 1). Problém nastává i u vysokofrekvenčních proudů nad 100 kHz. Přestože jsou schopny projít extracelulárním i intracelulárním prostorem (obrázek 1) Při těchto frekvencích je kapacita buněčných membrán překročena a impedance je dána pouze odporem (de la Cruz Marcos et al., 2021).

Obrázek 1 Průchod střídavého elektrického proudu o nízkých a vysokých frekvencích intracelulární a extracelulární tekutinou



(upraveno dle Moonen, Van Zanten, 2021)

Pro odhad parametrů tělesného složení se hodnoty odporu a reaktance dále dosazují do matematických modelů nebo prediktivních rovnic odvozených z populace, která

splňuje určité podmínky (například nepřítomnost nemoci). Bioimpedanční přístroje vyhodnotí buď kvantitativní odhad parametrů tělesného složení pomocí prediktivních rovnic stanovených výrobcem přístroje, nebo poskytnou přímý výpočet odporu a reaktance, které se dosazují do prediktivních rovnic, jež jsou na operátorovi. Tyto rovnice zohledňují věk, pohlaví, etnický původ, výšku a hmotnost (Więch et al., 2022).

Měření odporu a reaktance slouží i k určení fázového úhlu (Phase Angle – PA), který je považován za prognostický marker (Mialich et al., 2014). Výhodou PA je, že na rozdíl od všech ostatních hodnot vyhodnocených pomocí BIA, není závislý na rovnicích a modelech. PA je založen na změnách odporu a reaktance při průchodu střídavého proudu tkáněmi. Dochází k fázovému posunu, protože část proudu je uložena v buněčných membránách. Reflektuje tedy množství buněčné tkáně v těle a hodnotí pružnost a funkčnost buněčných membrán a může se měnit na základě rozhraní mezi buněčnými membránami a tkáněmi (Gonzalez et al., 2016).

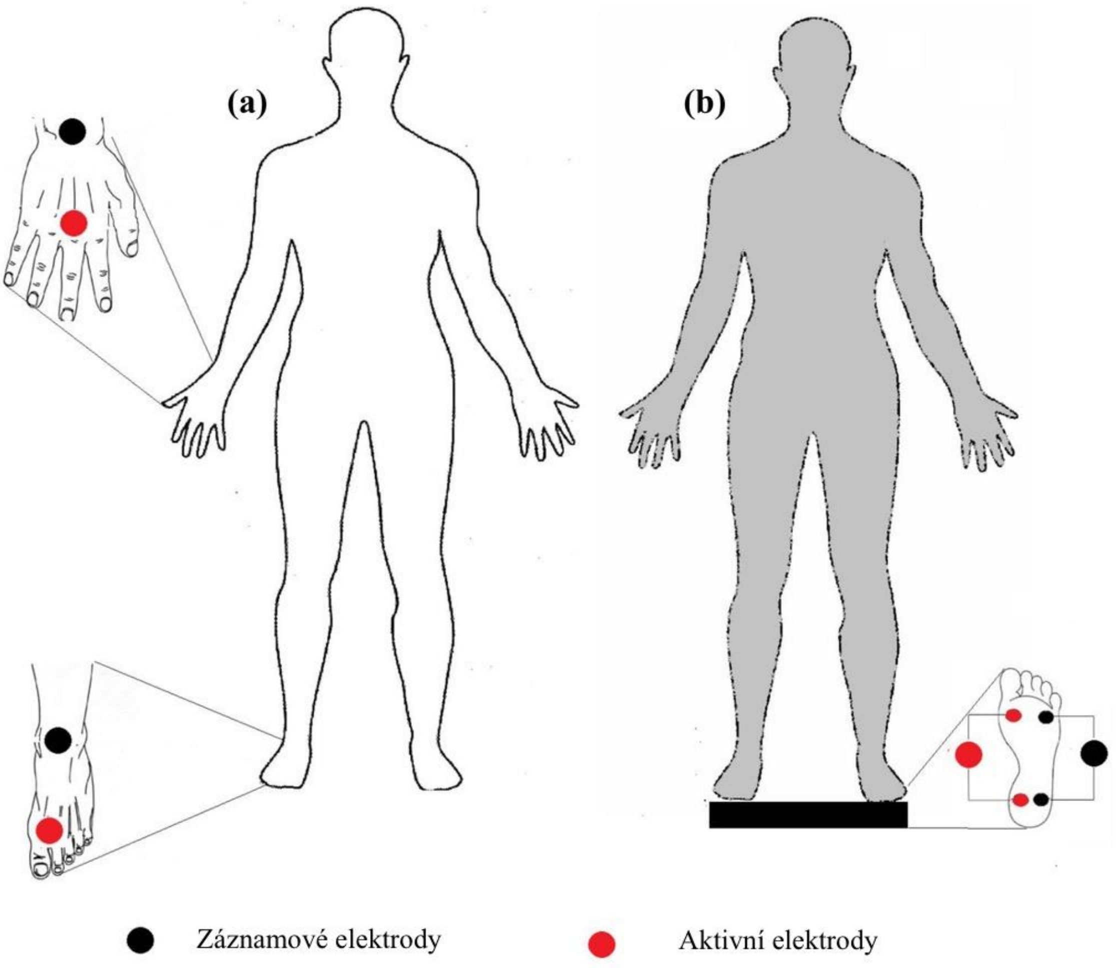
Nutné je zmínit, že průchod elektrického proudu tělem je bezbolestný a nezpůsobuje poškození tkání ani nervové soustavy (Mialich et al., 2014). Elektrický proud se do těla dostává pomocí dvou a více aktivních elektrod, které jsou na těle umístěny dle použité technologie BIA. Elektrody jsou tlakové, nebo se lepí na pokožku jedince. Změny, které nastanou při průchodu elektrického proudu pak měří druhé záznamové elektrody (Grimnes, Martinsen, 2015).

1.2.4 Druhy technologií BIA

Technologie přístroje BIA se rozlišuje podle prostupu elektrického proudu tělem na celotělové a segmentální bioimpedanční měření (Campa et al., 2022).

Celotělové měření považuje tělo za jeden válec. Umožňuje tři způsoby umístění elektrod, takže proud tělem může prostupovat buď z ruky na ruku (hand-to-hand), z nohy na nohu (foot-to-foot) nebo z nohy na ruku (foot-to-hand) (Campa et al., 2022). Technologie z ruky na ruku měří bioimpedanci horní části těla. Technologie z nohy na nohu (obrázek 2b) měří boimpedanci dolní části těla pomocí čtyř párů tlakových elektrod, na kterých jedinec stojí oběma nohama. Nejpoužívanější technologie z nohy na ruku (obrázek 2a) měří impedanci pravé hemisféry ležícího jedince pomocí dvou párů elektrod na ruce a noze, přičemž všechny tři způsoby odhadují zbývající části těla pomocí specializovaných algoritmů (Khalil et al., 2014; Campa et al., 2022).

Obrázek 2 Umístění elektrod při celotělové bioimpedanční technice měření, a) umístění elektrod z ruky na nohu a b) z nohy na nohu

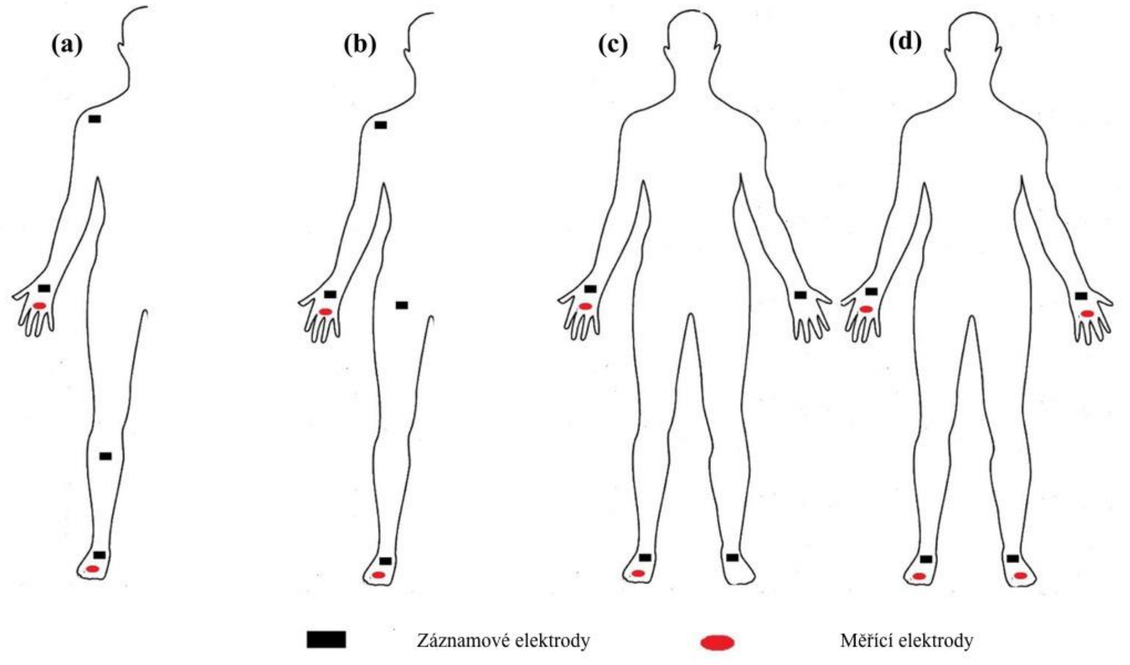


(upraveno dle Khalil et al., 2014)

Novější technologií je segmentální bioimpedanční měření. Tato technologie měří bioimpedanci z jednotlivých částí (segmentů) těla. Tělo rozděluje na pět základních segmentů (pravou a levou dolní končetinu, pravou a levou horní končetinu a trup). Na rozdíl od celotělového měření umožňuje měřit bioimpedanci jednotlivých končetin, takže je schopna zaznamenat i možnou asymetrii (Sergi et al., 2016). Může být užitečná i ke stanovení distribuce tekutin v některých patologických stavech (ascites, selhání ledvin, chirurgické zákroky). Ačkoliv hmotnost trupu představuje polovinu celkové hmotnosti člověka, na celkové bioimpedanci se podílí zhruba jen z 10 %, zatímco končetiny se na bioimpedanci podílí mnohem více. Proto se umisťuje vetší počet elektrod právě na končetiny (Kyle et al., 2004). Kromě dvou párů elektrod, které jsou v kontaktu s pravou nohou a pravou rukou, se umisťují další dva páry elektrod na opačnou stranu

těla. Existují i další způsoby umístění elektrod, které jsou znázorněny na obrázku (obrázek 3) (Khalil et al., 2014, Sergi et al., 2016).

Obrázek 3 Umístění elektrod při segmentální bioimpedanční technice měření



(upraveno dle Khalil et al., 2014)

Na základě těchto dvou technologií probíhá měření za pomoci jednofrekvenčních (Single-Frequency Bioelectrical Impedance – SF-BIA) a vícefrekvenčních (Multi-Frequency Bioelectrical Impedance – MF-BIA) proudů nebo pomocí spektroskopické bioimpedanční analýzy (bioelectrical impedance spectroscopy – BIS). Existuje ještě několik alternativních metod měření, které fungují na jiném principu (například bioelektrická vektorová analýza) (Khalil et al., 2014; Sergi et al., 2016).

SF-BIA je způsob měření pomocí střídavého elektrického proudu při jedné frekvenci v rozmezí 0 kHz až 50 kHz. Proudy s frekvencí v tomto rozhraní však nedokážou zcela proniknout buněčnými membránami, a měří tedy pouze impedanci extracelulární tekutiny. Celková tělesná voda se pak odhaduje pomocí proporcionálních rovnic (Kyle et al., 2004).

MF-BIA využívá různé frekvence v hodnotách 0 kHz až 500 kHz. Hodnotí odpory při různých frekvencích, které pak zohledňuje v prediktivních rovnicích. Výsledkem je přesnější měření. Na rozdíl od SF-BIA dokáže odhadnout množství ECW i ICW,

protože vysokofrekvenční proudy jsou schopny projít buněčnými membránami (Kyle et al., 2004).

SF-BIA a MF-BIA využívají k odhadu složek tělesného složení prediktivní rovnice. Hlavní nevýhodou SF-BIA a MF-BIA je, že parametry z rovnic se získávají statisticky z různých skupin populace. Mnohé z těchto rovnic jsou však obecné, s malou specifičností pro různé populace. Pokud se použijí u populace, ze které se tyto parametry nestanovovaly, například u osob s anatomickými zvláštnostmi, může dojít k chybnému odhadu tělesného složení (Khalil et al., 2014).

BIS využívá větší rozsah frekvencí než MF-BIA. K vyhodnocování složek tělesného složení využívá matematické modelování a směsné rovnice (například Cole-Cole model a Hanaiův vzorec), takže je schopna odstranit daná specifika populace, která jsou problémem u SF-BIA a MF-BIA. Matematické modelování a směsné rovnice odvozují vztah mezi odporem a složkami tělesných tekutin pro hodnocení složení těla (Lee et al., 2019). Hlavní výhodou BIS a MF-BIA je schopnost hodnotit posuny tekutin a úroveň hydratace organismu, protože díky vysokým frekvencím dokáží obě metody rozlišit množství ECW a ICW (Kuriyan, 2018).

1.2.5 Hodnoty získané pomocí BIA

Konvenční metoda BIA umožňuje odhadovat absolutní (kg nebo l) i relativní (%) množství složek tělesného složení pomocí prediktivních rovnic, které vypovídají o zdravotním stavu jedince. Dle použitého modelu měří BIA kromě základních složek, kterými jsou FM a FFM a byly blíže specifikovány na začátku práce, i PA, BMI nebo bazální metabolický výdej (Basal Metabolic Rate – BMR) (Campa et al., 2022).

Naměřené hodnoty závisí na typu bioimpedančního přístroje. Některé přístroje měří pouze FM a FFM celého těla, jiné jsou schopny měřit FM a FFM z jednotlivých končetin a trupu a jiné poskytují kromě už zmíněných hodnot i různé složky spadající pod FFM a jsou složitěji měřitelné (obsah minerálů v kostech, BCM, složky TBW – ICW a ECW). PA měří jen některé přístroje, jednodušší přístroje tuto hodnotu nenaměří (Holmes, Racette, 2021).

Některé bioimpedanční přístroje nabízejí možnosti odhadu BMR pomocí rovnic založených na FFM, ukazující denní příjem energie, které tělo potřebuje k přežití (Moonen, Van Zanten, 2021).

FFM, FM a PA

FFM je důležité měřit při fixní hydrataci. Pokud má jedinec větší množství vody v těle, je FFM nadhodnocena a naopak. Je výhodné využívat vícefrekvenční segmentové přístroje, které mohou rozlišit ICW a ECW a případné distribuce tekutin (Thibault et al., 2012).

Hmotnost FM lze vypočítat z rozdílu FFM a celkové tělesné hmotnosti (Bosaeus et al., 2014). U měření FM je důležité vybrat takovou metodu BIA, která dokáže určit její rozložení v těle. Rozložení tuku má větší vliv na zdraví člověka než celkové množství FM v těle, přičemž největší riziko představuje ukládání FM v oblasti dutiny břišní (Wang, Torriani, 2020). Problém v odhadu množství FM pomocí BIA nastává v případě, že má jedinec více svalové hmoty. V kombinaci s vysokým množstvím svalové hmoty se pak může jevit množství tukové tkáně v procentech jako přijatelné, i když v kilogramech je vysoké (Tomešová, 2021).

PA odráží poměr mezi ICW a ECW. PA je klinicky nejpoužívanější parametr a vysoce souvisí s klinickými výsledky, dobou hospitalizace a úmrtností u různých onemocnění (Mialich et al., 2014). Teprve nedávno byl PA oficiálně uznán jako screeningová technika zánětlivých procesů u chronických onemocnění, která umožňuje sledovat osoby s rizikem vzniku nebo progrese onemocnění (Barrea et al., 2022). Hodnotu PA ovlivňuje onemocnění, věk, pohlaví a BMI (Gonzalez et al., 2016). Hodnoty PA by měly být v rozmezí 5° až 7°, přičemž hodnoty menší jak 5° predikují nemoc nebo malnutrici (Tomešová, 2021). Vyšší hodnoty odrážejí vyšší kvalitu buněk. Vyšší hodnoty jsou zaznamenány u mladších osob, protože s rostoucím věkem se množství svalové hmoty a TBW v organismu snižuje, tím se snižuje i reaktance a odpor, potřebný pro výpočet PA. Vyšší hodnoty mají i muži a sportovci, a to v důsledku vyššího podílu svalové hmoty v těle. Hodnoty u sportovců mohou být i větší jak 7,5°. S rostoucím BMI se hodnoty také zvyšují díky zvýšenému počtu svalových a tukových buněk. Což neplatí u silně obézních osob, kdy je tělo přetíženo tekutinami (Norman et al., 2012).

1.2.6 Faktory ovlivňující měření

Přesnost měření BIA závisí na několika faktorech, mezi něž patří spolehlivost měření tělesné hmotnosti a výšky, úroveň hydratace pacienta, doba od posledního jídla, teplota

pacienta, teplota vzduchu v místnosti, v níž test probíhá, poloha pacienta během testu, poloha elektrod a také denní doba testu (Więch et al., 2022).

Hlavním faktorem ovlivňujícím měření hodnoty FFM jsou změny stavu hydratace měřeného jedince. Jedince je nutné měřit při konstantní hydrataci, která je stanovena na 73,2 % z FFM pro dospělé. Problém měření pomocí BIA může nastat u dětí. FFM může být u dětí nadhodnocena, protože jejich normální míra hydratace je vyšší. Naopak množství tělesného tuku může být u dětí podhodnoceno. Změny hydratace mohou nastat i u různých patologických stavů, u žen v období menstruačního cyklu, u jedinců užívajících specifické léky (diuretika) nebo u starší populace. Pro přesnější měření je nutné vytvořit pro každou věkovou skupinu specifickou rovnici (Ceniccola et al., 2018).

Dalším faktorem je i doba od posledního jídla. Při nedostatečném odstupu od posledního jídla při měření klesá bioimpedance a FFM je nadhodnocena i o 1,5 kg. Měření ovlivňuje i teplota jedince a místnosti, která má vliv na vazodilataci (rozšíření) a vazokonstrikci (zúžení) cév. Při nižších teplotách nastává vazokonstrikce cév, čímž se zvyšuje odpor průtoku, a tedy i bioimpedance. Při vyšších teplotách nastává opačný případ. Měření tedy nelze provádět u osob s horečkou nebo v místnostech s vysokou nebo nízkou teplotou (Sergi et al., 2016).

Velký význam má i poloha těla pacienta během měření. Někteří výzkumníci zdůrazňují výhodu ležení oproti stání z důvodu lepšího vyrovnání hladin tekutin, a tím i spolehlivějších výsledků výzkumu. Kromě toho se pomocí bioimpedančního přístroje přizpůsobeného poloze vleže podařilo odhadnout vybrané parametry tělesného složení i u vážně nemocných osob, které jsou upoutány na lůžku (Więch et al., 2022).

Pokud se elektrody lepí, je jejich místo nalepení dalším důležitým faktorem ovlivňujícím měření. Konkrétně by aktivní a záznamové elektrody měly být od sebe dostatečně vzdáleny, aby se zabránilo vzájemnému magnetickému ovlivňování. Vodivost kůže se zlepšuje ošetřením míst alkoholem, kde budou umístěny elektrody, aby se odstranily sekrety a odloupané kožní buňky (Sergi et al., 2016).

1.2.7 Zásady při měření

Při měření pomocí BIA je nutné dodržovat několik zásad, aby nedošlo k chybným výsledkům tělesného složení u měřeného jedince a měření bylo správné a co nejpřesnější. Při nedodržení těchto zásad by mohlo dojít ke zkresleným výsledkům a měření by bylo

kontraproduktivní. Zásady měření spočívají jak na přípravě jedince na měření, tak na obsluze přístroje (Wierdsma et al., 2017).

Zásady měření pro měřeného jedince:

- Měření by mělo probíhat nejlépe ráno a na lačno, s vyprázdněným močovým měchýřem.
- Jedinec by měl před měřením alespoň 10 minut setrvat v klidu a neprovádět alespoň 24 hodin před měřením náročnou fyzickou aktivitu.
- Měřený jedinec je měřen bez šperků a jiných kovových předmětů, ideálně ve spodním prádle.
- Výsledky měření jsou závislé na hydrataci jedince, proto je nutné vyvarovat se nadměrnému příjmu tekutin.
- V případě, kdy je nutné jedince měřit víckrát, je důležité dbát na stejné podmínky jako u předchozího měření.
- Kontraindikací jsou těhotné ženy, jedinci s kardiostimulátorem, defibrilátorem a kovovými kloubními náhradami (Wierdsma et al., 2017, Kohout et al., 2011).

Zásady měření pro operátora:

- Operátor měří jedince ve správné měřící pozici dle druhu přístroje s končetinami dostatečně vzdálenými od sebe.
- Operátor musí zajistit, aby měření probíhalo v místnosti o teplotě ideálně mezi 24°C– 34°C.
- V případě přístrojů, které pro prostup elektrického proudu využívají nalepovací elektrody, operátor lepí vždy nové a nerozštěpené elektrody. Elektrody jsou lepeny na pokožku očištěnou alkoholem. Aktivní a záznamové elektrody jsou lepeny alespoň 5 cm od sebe (Sergi et al., 2016).

1.2.8 Výhody a nevýhody měření pomocí BIA

Hlavní výhodou měření tělesného složení pomocí BIA je neinvazivnost, tzn. měření prováděné bez zásahu do těla měřeného jedince, jejímž výsledkem je nezatížení lidského

organismu a možnost bezpečného opakování měření. Mezi další výhody můžeme zařadit relativně nízkou cenu a snadné ovládání přístroje. Další výhodou je také rychlost, bezpečnost a snadné přenášení přístroje, což může být výhodou hlavně pro starší a méně mobilní populaci (Ling et al., 2011). BIA má výhodu v tom, že na rozdíl od jiných metod měření, jako například metoda měření pomocí BMI, dokáže měřit kromě TBW i množství FM a FFM, což přispívá k určení prognózy onemocnění (Khalil et al., 2014).

Nevýhodou měření pomocí BIA je možná nepřesnost, neboť se jedná o nepřímou metodu měření tělesného složení. Přesnost měření záleží na mnoha faktorech, které byly uvedeny výše. V nelékařském prostředí jsou některé bioimpedanční přístroje, například domácí digitální váhy, schopny snímat jen určitý úsek těla, a tím dochází ke zkresleným výsledkům. Konkrétně domácí digitální váhy pracující na principu Bioimpedance, snímají tělo zhruba po oblast kyčlí (Tomešová, 2021). Podobným problémem bývají i bioimpedančí přístroje, jejichž elektrody se umisťují jen na jednu polovinu těla. Nezohledňují tedy případnou asymetrii těla. Další nevýhodou uvedené metody může být její nemožnost využití u jedinců s implantovaným elektronickým zařízením v těle (Kikalová et. al., 2014). Existuje spousta přístrojů od různých výrobců, a protože neexistuje žádný mezinárodní standard výroby, hodnoty z různých přístrojů se liší. Což brání srovnávání výsledků z různých studií. Rovněž ne všechny bioimpedanční přístroje jsou tak citlivé, aby byly schopny vyhodnocovat PA (Norman et al., 2012).

2. CÍL PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

2.1 Cíl práce

1. Popsat a stanovit odchylky měření tělesného složení pomocí bioelektrických impedančních metod mezi přístroji InBody a Bodystat.

2. Stanovit výhody a nevýhody měření na přístrojích InBody a Bodystat.

3. Analýza jídelníčků vybraných respondentů.

2.2 Výzkumné otázky

1. Jaké jsou rozdíly v měření mezi přístroji InBody a Bodystat?

2. Jaká jsou pozitiva a negativa měření na přístrojích InBody a Bodystat?

2.3 Operacionalizace

Bioelektrické impedanční metody – jsou metody měření tělesného složení pomocí střídavého elektrického proudu o různých frekvencích.

InBody – bioimpedanční přístroj měřící segmentálně, pomocí několika frekvencí.

Bodystat – bioimpedanční přístroj měřící celotělově, pomocí jedné frekvence.

3. METODIKA

3.1 Metodika práce

Pro realizaci výzkumu byl zvolen kvantitativní přístup. Potřebná data pro praktickou část práce byla získána měřením na bioimpedančních přístrojích InBody370s a Bodystat®1500. Oba přístroje byly k dispozici v Centru prevence civilizačních chorob v Českých Budějovicích. V březnu 2022 proběhlo seznámení s oběma přístroji a vedoucím práce byl vysvětlen způsob měření.

Následně proběhlo vyhledávání respondentů, kterým byly předem stanoveny podmínky účasti měření. Podmínkou byla zdravotní způsobilost a věková skupina od 18 do 65 let. Zároveň byli vyloučeni jedinci s kardiostimulátorem, defibrilátorem, kovovými kloubními náhradami a těhotné ženy. U deseti respondentů byl požadován i zápis jejich týdenního jídelníčku k porovnání s jejích výsledkem měření.

Respondenti nejprve byli informováni o významu výzkumu a v případě zájmu byl po domluvě vybrán termín měření tělesného složení. Respondenti byli měřeni ve všední dny. Každý respondent byl informován o podmínkách, které musel před měřením dodržet (alespoň 24 hodin před měřením neprovádět náročnou fyzickou aktivitu, bezprostředně před měřením nejíst a nepít). Respondenti přicházeli po skupinách dle svých časových možností a na každého bylo vyhrazeno 15 minut. Všichni respondenti byli změřeni ve spodním prádle.

V rámci zachování stejných podmínek měření byl postup měření u každého respondenta stejný. Nejprve respondent podepsal informovaný souhlas se zpracováním osobních a citlivých údajů (příloha 1). Následně byl respondent měřen na přístroji InBody370s, poté na přístroji Bodystat®1500.

Do obou těchto přístrojů je nutné zadat výšku měřeného, proto byla jako první změřena výška respondenta pomocí výškoměru SECA 213. Při měření výšky byl respondent vyzván, aby stál vzpřímeně (příloha 2).

Následně proběhla registrace respondenta v softwaru přístroje InBody370s (jméno a příjmení respondenta, datum narození, pohlaví, výška na výškoměru SECA 213). Poté byl respondent vyzván, aby si stoupnul na přístroj InBody370s a zkontrolován, jestli správně stojí na tlakových elektrodách. Přístroj mu nejprve změřil hmotnost a následně

byl přímo přístrojem vyzván, ať uchopí madla s elektrodami (příloha 3). Bylo nutné kontrolovat, jestli respondent správně drží madla a zda má palce horních končetin umístěné správně na elektrodách. Poté, co přístroj InBody370s dokončil měření tělesného složení, byly výsledky zobrazeny v počítači a vytisknuty pro respondenta.

Dále byl respondent vyzván, ať si lehne na lůžko. Byly mu nalepeny 2 elektrody na pravou horní končetinu a 2 elektrody na pravou dolní končetinu. Elektrody byly následně napojeny na přístroj Bodystat®1500 (příloha 4). Také proběhla registrace respondenta v softwaru přístroje, kde byla navíc vyplněna hmotnost změřená na přístroji InBody370s a stupeň fyzické aktivity respondenta. Během několika vteřin přístroj Bodystat®1500 vyhodnotil výsledky měření tělesného složení, které byly z přístroje ručně přepsány do tabulky.

Po měření byly respondentovi vysvětleny jeho výsledky, které mu byly poskytnuty buď ve vytištěné nebo v elektronické formě. Výsledky měření byly dále vyhodnocovány.

3.1.1 Charakteristika použitých přístrojů

3.1.2 InBody370s

InBody370s pracuje na principu MF-BIA, který využívá elektrický střídavý proud o třech různých frekvencích (5 kHz, 50 kHz, 250 kHz) na každé z pěti částí těla (pravá a levá horní končetina, pravá a levá dolní končetina, trup). K měření používá osm dotykových elektrod. Součástí analyzátoru je také digitální váha. Základní data, která přístroj vyhodnocuje, jsou analýza složení těla (TBW, FM, FFM, bílkovina, minerály, měkká svalová hmota), analýza sval-tuk (hmotnost, hmotnost kosterních svalů, množství FM), analýza obezity (BMI, procento FM), segmentální analýza svaloviny a tuku, tělesný typ (hubený, atletický…), kontrola hmotnosti (cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuku a svalů), hodnocení tělesné rovnováhy a další parametry (BMR, poměr obvodu pasu a hýždí, útrobní tuk a obsah minerálů v kostech) (příloha 5).

Bodystat®1500

Bodystat®1500 pracuje na principu SF-BIA, který využívá střídavý elektrický proud o pevné frekvenci 50 kHz. Využívá 4 nalepovací elektrody, které jsou nalepené na pravé horní a na pravé dolní končetině. Přístroj má dva kabely, oba se na konci rozdvojují a jsou zakončeny černou a červenou svorkou, které se připevňují na elektrody. Přístroj

vyhodnocuje FM, FFM, FFM bez vody, TBW, BMR, BMI, celkovou energetickou potřebu a poměr obvodu pasu a hýždí.

3.1.3 Zápis jídelníčků

Pro jednodušší zapsání potravin bylo respondentům navrhnuto zapsaní jídelníčku pomocí aplikace Kalorické tabulky, která je volně dostupná. Respondenti byli požádáni, aby zapsali přesné množství potravin v gramech nebo mililitrech, aby nezapomněli na dochucovadla a kalorické nápoje. Hotové jídelníčky zaslali e-mailem nebo je osobně předali při měření.

3.2 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 31 dospělých respondentů české národnosti. Bylo dbáno na to, aby byli respondenti věkově rozmanití, a aby byl ve výzkumném souboru vyrovnaný počet mužů a žen. Při analýze bylo zjištěno, že respondent 22 vykazoval nadměrné rozdíly mezi přístroji, a proto byl tento respondent z výzkumného souboru vyloučen.

Tabulka 1 Charakteristika výzkumného souboru (R – respondent, n – počet, SD – směrodatná odchylka, Min – minimální hodnota, Max – maximální hodnota)

R (n = 30)	**Průměr**	**SD**	**Min**	**Max**
Věk (roky)	33,8	13,1	19,0	57,0
Hmotnost (kg)	79,5	18,2	49,3	110,6
Výška (cm)	175,2	11,2	155,6	198,5
BMI (kg/m^2)	25,6	4,1	18,6	35,3

(zdroj: vlastní)

Konečný výzkumný soubor tedy tvořilo 30 respondentů ve věku 19 až 57 let. Výzkum zahrnoval respondenty různé hmotnosti, výšky, BMI a věku (tabulka 1). Díky rozmanité škále respondentů bylo možné pozorovat různé odchylky mezi přístroji. Pro další porovnání přístrojů byl výzkumný soubor rozdělen dle věku, pohlaví a BMI.

3.3 Sběr dat

Sběr dat proběhl v zimním semestru 2022/2023. Data byla získána pomocí měření tělesného složení respondentů na bioimpedančních přístrojích InBody370s a Bodystat®1500. Respondenti byli osloveni na sociální síti Facebook nebo jim byla osobně nabídnuta možnost účasti na výzkumu.

Z naměřených výsledků tělesného složení byly sbírány hodnoty FM, FFM, TBW a BMR, které poskytují oba přístroje. Tyto hodnoty byly následně zapisovány do tabulky v Microsoft excel, která byla použita jako základ pro statistické zpracování.

Zároveň byly během měření respondentů pozorovány negativa a pozitiva měření na obou přístrojích.

Při sběru jídelníčku byl respondent z výzkumného souboru požádán vždy týden před jeho měřením o zápis své stravy. U sběru jídelníčků bylo rovněž dbáno na to, aby byl vyrovnaný počet zápisů jídelníčků od mužů i od žen.

3.4 Analýza dat

K analýze dat byly využity softwary přístrojů, z kterých byla vypsána data do tabulek a grafů v Microsoft Excel. Pro analýzu dat byla využita funkce pro průměr, rozdíl, minimum, maximum a smodch.výběr. Pro potvrzení statistické významnosti byl nejprve použit párový T test, kterým bylo srovnáno párové měření u přístrojů. Statistická významnost shody v měření byla ověřena na 1% hladině (hladina významnosti – p). Dále byl výzkumný soubor rozdělen dle pohlaví, věku a BMI, aby se zjistilo, zda se výsledky mezi těmito skupinami liší a jsou významné. Pro určení statistické významnosti rozdílů průměrů u vybraných skupin byl použit dvouvýběrový T test, u kterého byla zvolena p = 5 %.

Pozitiva a negativa přístrojů byla vypsána dle zkušenosti při měření.

Jídelníčky byly vyhodnoceny pomocí nutričního programu Nutriservis Professional a následně zpracovány v tabulkách v Microsoft Excel.

4. VÝSLEDKY

4.1 Analýza naměřených dat

Analyzovaný soubor obsahuje kategorii pohlaví, věku, váhy a výšky a z toho vypočtené BMI. Dále pak porovnávané hodnoty, které jsou oba přístroje schopny měřit. Těmi jsou hodnoty FM, FFM, TBW a BMR (příloha 6, 7). Pro získání dalších odchylek byl soubor rozdělen dle věku, pohlaví a BMI. Pro bližší posouzení nutričního stavu respondentů je v kapitole 4.3 u respondentek 3, 5, 6, 7, 8 a respondentů 18, 19, 20, 21, 23 analyzovaná jejich strava.

4.1.1 Analýza vybraných parametrů u celého souboru

Tabulka 2 Shrnutí výsledků sledovaných hodnot z přístrojů InBody370s a Bodystat®1500

R (n = 30)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
Průměr	18,9	60,6	43,5	1872,6	19,3	60,2	44,1	1669,7
Min	4,4	38,0	28,4	1336,0	6,3	37,0	27,1	1169,0
Max	39,5	87,6	61,1	2616,0	40,8	90,5	66,1	2324,0
SD	8,7	15,2	10,1	402,6	8,6	15,6	11,4	336,1

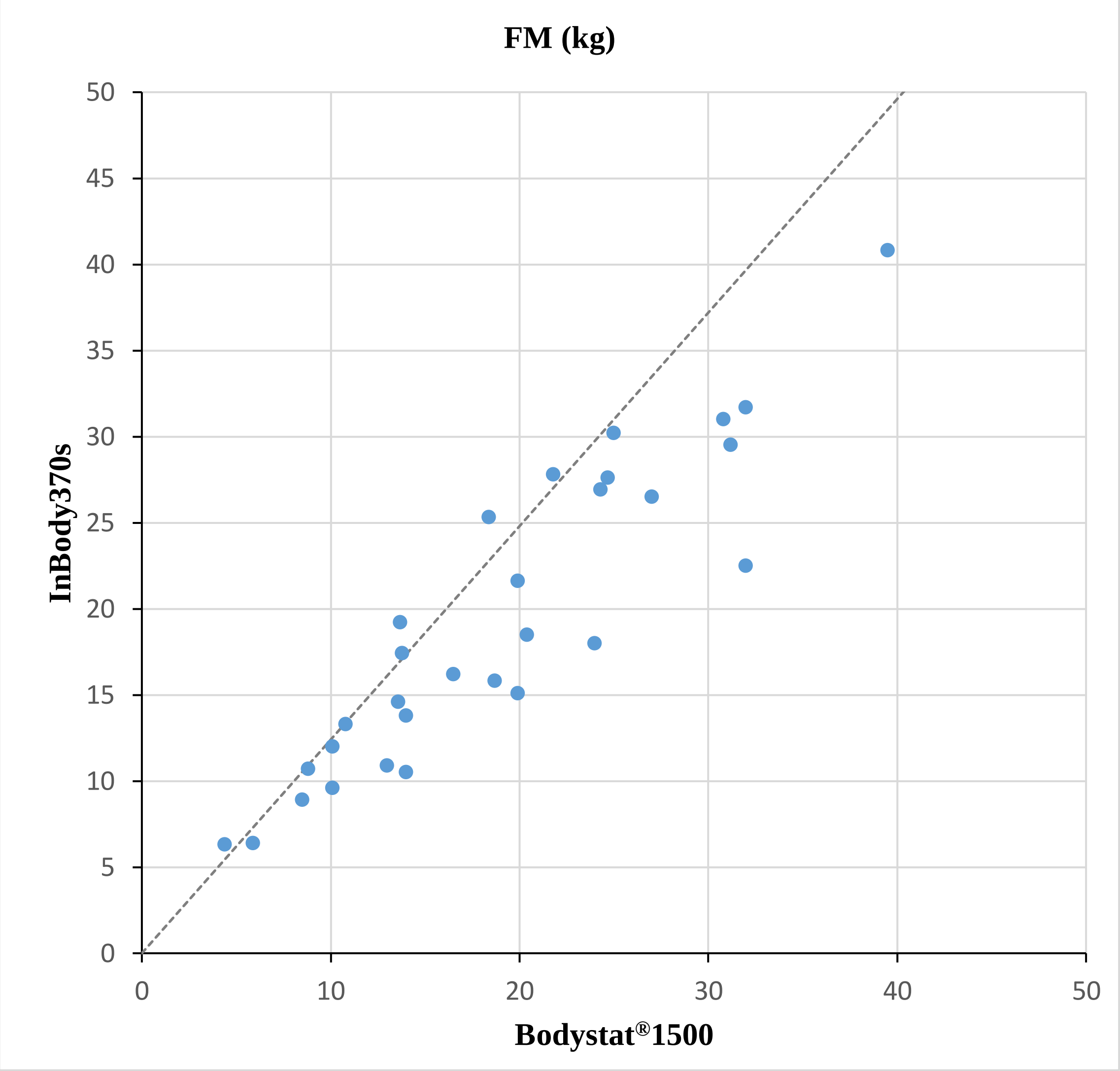
(zdroj: vlastní)

V tabulce (tabulka 2) je znázorněn průměr, minimální hodnota (min), maximální hodnota (max) a směrodatná odchylka (SD) pozorovaných hodnot u obou přístrojů. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 18,9 ± 8,7 kg, nejmenší hodnota FM byla 4,4 kg a největší 39,5 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 19,3 ± 8,6 kg, nejmenší hodnota byla 6,3 kg a největší 40,8 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 60,6 ± 15,2 kg, nejméně to bylo 38 kg a nejvíce 87,6 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 60,2 ± 15,6 kg, nejmenší naměřené množství bylo 37 kg a největší 90,5 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 43,5 ± 10,1 l, nejméně to bylo 28,4 l a nejvíce 61,1 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 44,1 ± 11,4 l, nejméně to bylo 27,1 l a nejvíce 66,1 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 1872,6 ± 402,6 kcal, nejmenší množství bylo 1336 kcal a největší hodnota 2616 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1669,7 ± 336,1 kcal, nejmenší hodnota byla 1169 kcal a největší 2324 kcal.

Porovnání výsledků vybraných parametrů u celého souboru

Pro lepší znázornění odchylek byly vytvořeny pro celý soubor 4 grafy. Grafy (graf 1, 2, 3 a 4) znázorňují hodnoty vybraných parametrů naměřených z obou přístrojů pomocí bodů, které ukazují odchýlení měření od ideální pozice na diagonále. Jinak řečeno, vzdálenost bodu od diagonály znázorňuje, o kolik se přístroje od sebe u daného parametru odchylují. Osa x znázorňuje hodnotu sledovaného parametru z přístroje Bodystat®1500 a osa y znázorňuje sledované hodnoty z přístroje InBody370s.

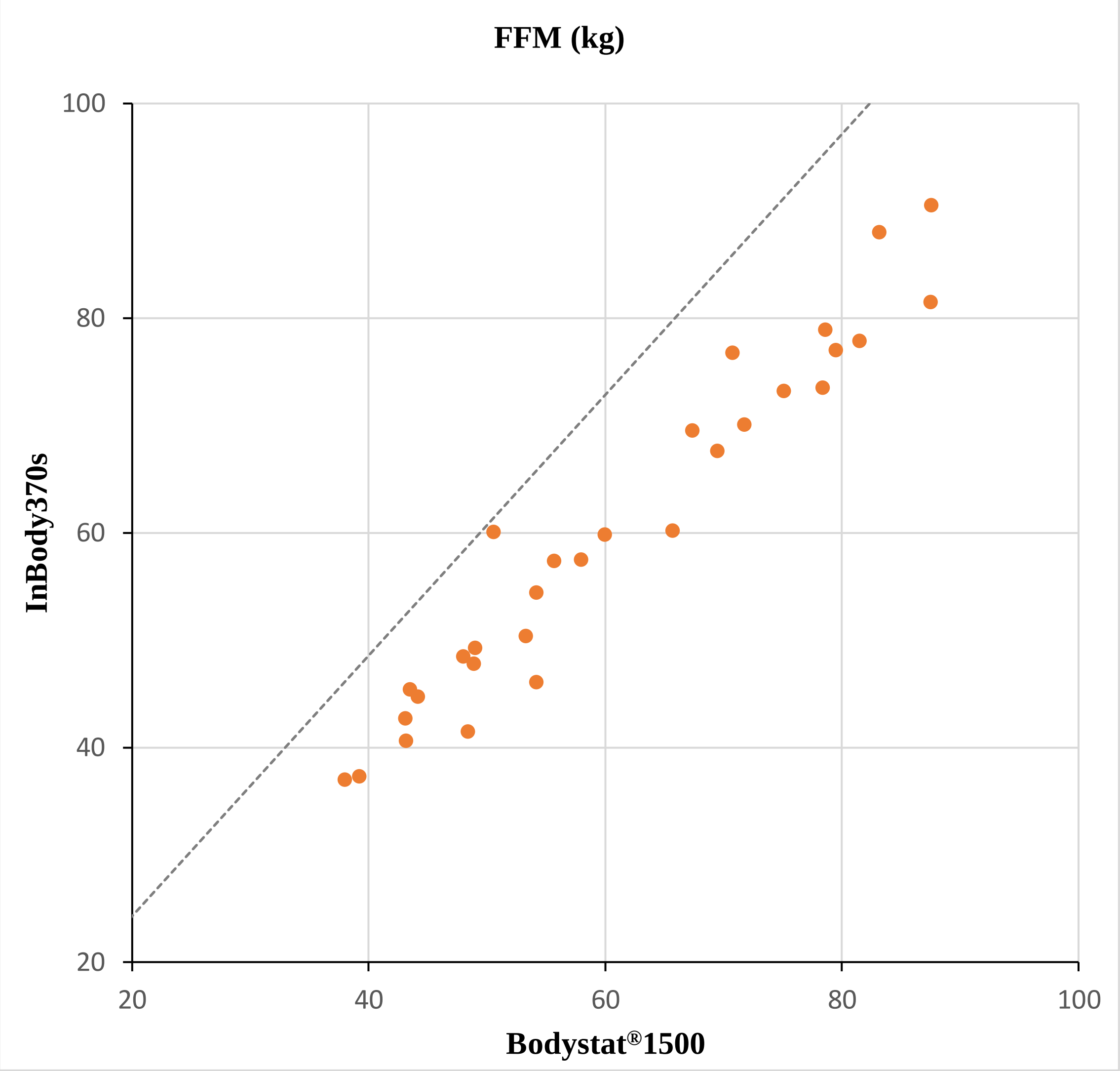
Graf 1 Naměřené hodnoty FM na přístrojích InBody370s a Bodystat®1500



(zdroj: vlastní)

Z grafu (graf 1) je patrné, že hodnoty FM jsou více rozptýleny než hodnoty FFM nebo BMR (graf 1 a 2).

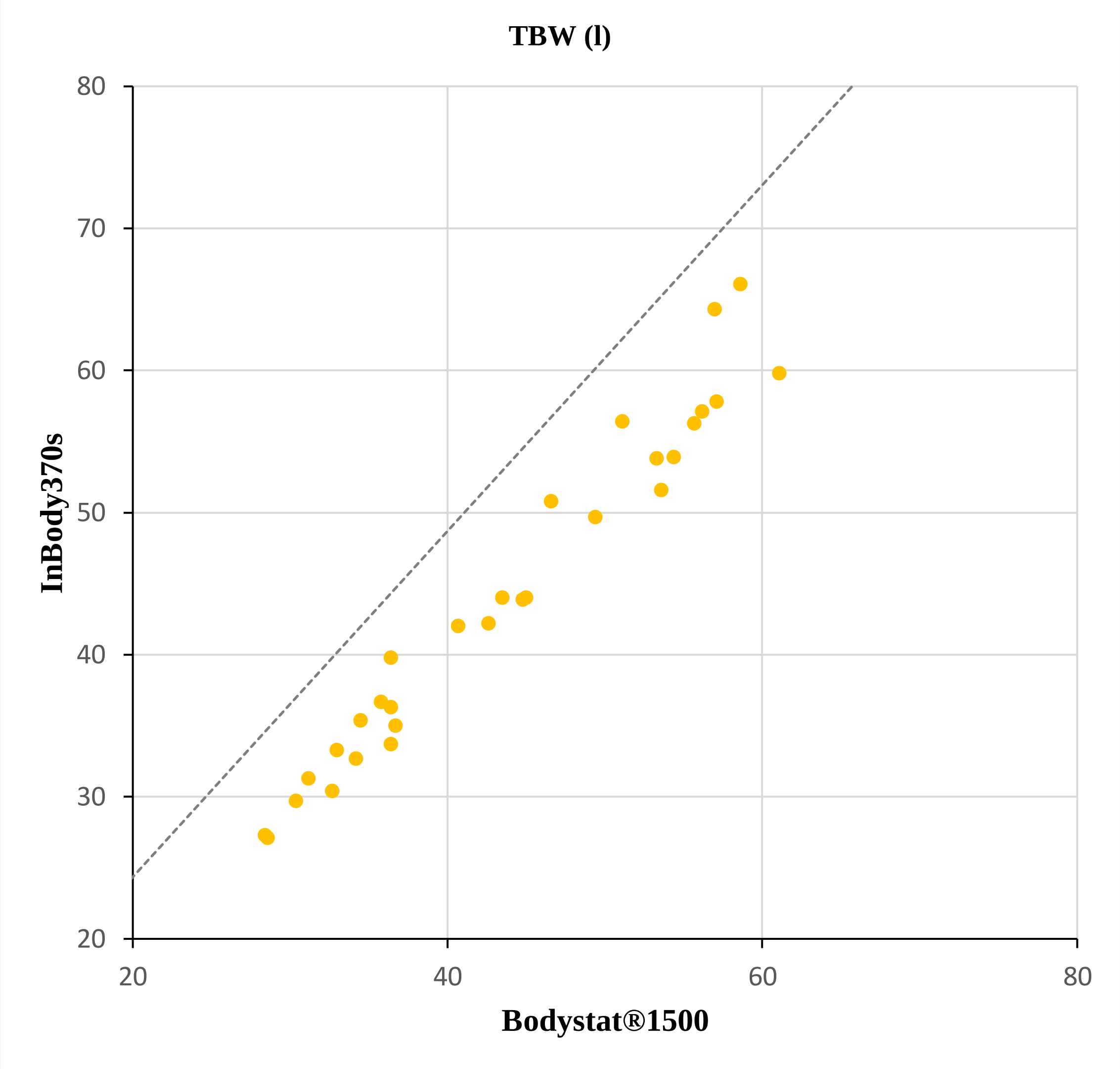
Graf 2 Naměřené hodnoty FFM na přístrojích InBody370s a Bodystat®1500



(zdroj: vlastní)

Graf (graf 2) znázorňuje výsledky z FFM. Na tomto grafu je možné pozorovat, že se výsledky měření mezi přístroji příliš nelišily a odchýlení od diagonály nebylo nijak významné.

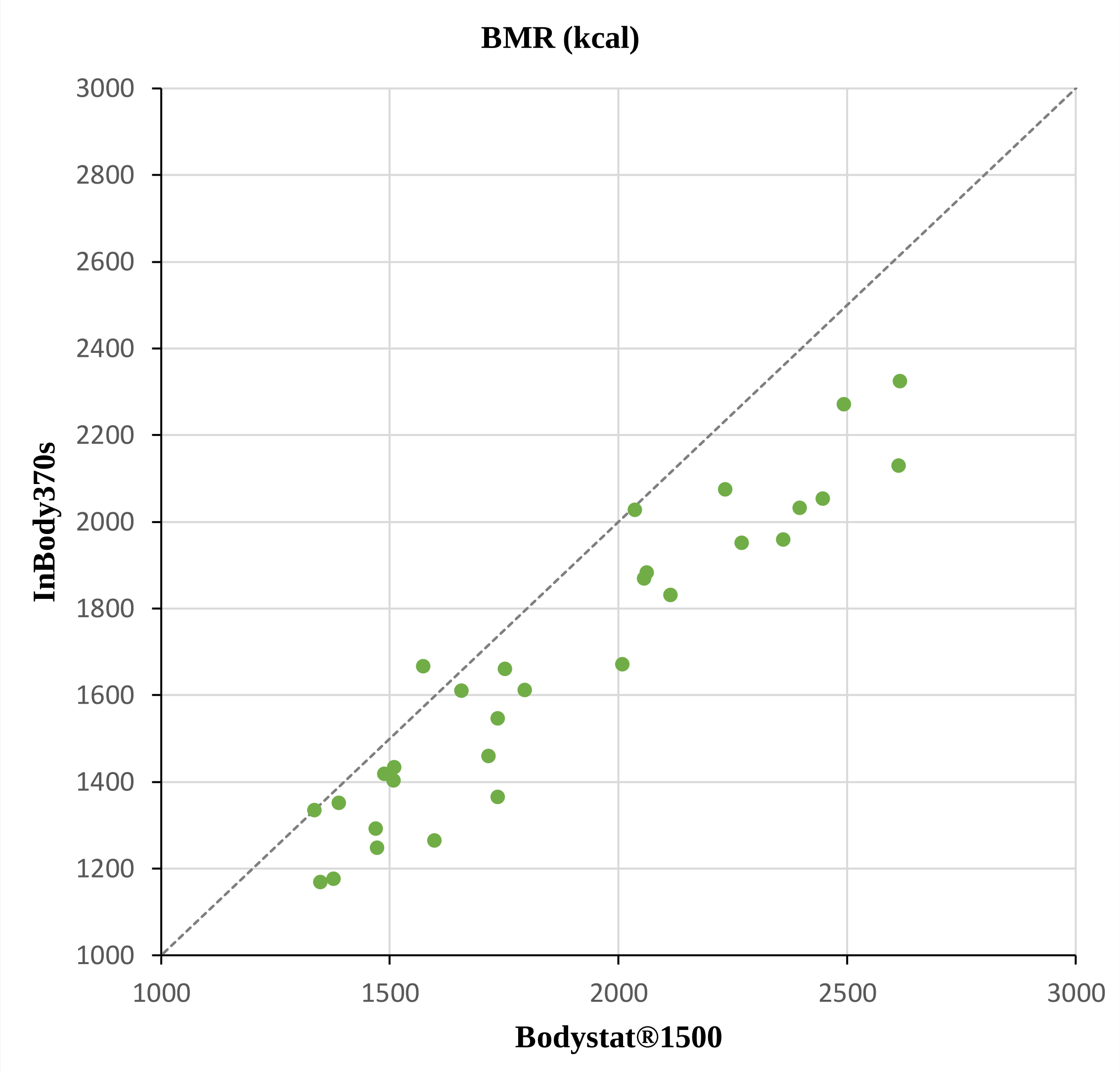
Graf 3 Naměřené hodnoty TBW na přístrojích InBody370s a Bodystat®1500



(zdroj: vlastní)

Graf (graf 3) znázorňuje výsledky TBW. Na rozdíl od všech ostatních grafů (graf 1, 2 a 4) lze z následujícího grafu (graf 3) vypozorovat nejmenší odchýlení od diagonály. Lze tak říci, že na pohled TBW měřily přístroje téměř shodně.

Graf 4 Naměřené hodnoty BMR na přístrojích InBody370s a Bodystat®1500



(zdroj: vlastní)

Na grafu (graf 4), který ukazuje výsledky měření BMR, si lze všimnout, že ze všech 4 sledovaných parametrů se hodnoty BMR nejvíce odchýlily od diagonály. Lze předpokládat, že hodnotu BMR přístroje měřily s větší odlišností, než tomu bylo u předchozích sledovaných parametrů.

Tabulka 3 Průměrné hodnoty odchylek mezi přístroji ve sledovaných hodnotách

Parametr	Průměr	SD	Min	Max
FM (kg)	-0,4	3,6	0,2	9,5
FFM (kg)	0,8	3,7	0,2	9,5
TBW (l)	-0,6	2,6	0,1	5,3
BMR (kcal)	202,8	138,2	1,0	483,0

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 3) ukazuje průměrné odchylky mezi přístroji u FM, FFM, TBW a BMR po tom, co byly odečteny stejné hodnoty z přístroje InBody370s od přístroje Bodystat®1500. Platí, že čím je SD menší, tím se hodnoty od sebe méně odlišovaly. InBody370s průměrně naměřil FM o 0,4 ± 3,6 kg a TBW o 0,6 ± 2,6 l víc než Bodystat®1500 a FFM o 0,8 ± 3,7 kg a BMR o 202,8 ± 138,2 kcal méně. Nejmenší odchylka mezi přístroji byla u FM i FFM 0,2 kg, u TBW 5,3 l a u BMR 1 kcal. Naopak největší odchýlení mezi přístroji bylo u FM i FFM 9,5 kg, u TBW 5,3 l a u BMR 483 kcal.

Tabulka 4 Párový T test (p – hladina statistické významnosti)

T test párový	
Parametr	**p**
FM	55%
FFM	27%
TBW	24%
BMR	<0,1%

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 4) ukazuje párový T test u FM, FFM, TBW a BMR, který hodnotí shodu v měření. U FM (p = 55%), FFM (p = 27%) a TBW (p = 24%) nebyla odchylka mezi přístroji významná a lze říci, že oba přístroje tyto parametry měřily statisticky stejně. U BMR (p < 0,1 %) měřily přístroje statisticky různě a odchylka mezi přístroji byla významná.

4.1.2 Analýza vybraných parametrů dle věku

Tabulka 5 Výsledky měření u respondentů do 30 let

do 30 let (n = 17)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
Průměr	14,5	62,3	43,3	1940,4	15,7	60,4	44,2	1675,5
Min	4,4	39,2	28,4	1336,0	6,3	37,3	27,3	1177,0
Max	24,7	87,6	61,1	2616,0	27,8	90,5	66,1	2324,0
SD	5,9	16,2	10,8	428,6	7,1	17,2	12,6	371,2

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 5) shrnuje výsledky 17 respondentů do 30 let. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 14,5 ± 5,9 kg, nejmenší hodnota FM byla 4,4 kg a největší 24,7 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 15,7 ± 7,1 kg, nejmenší hodnota byla 6,3 kg a největší 27,8 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 62,3 ± 16,2 kg, nejméně to bylo 39,2 kg a nejvíce 87,6 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 60,4 ± 17,2 kg, nejmenší naměřené množství bylo 37,3 kg a největší 90,5 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 43,3 ± 10,8 l, nejméně to bylo 28,4 l a nejvíce 61,1 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 44,2 ± 12,6 l, nejméně to bylo 27,3 l a nejvíce 66,1 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 1940,4 ± 428,6 kcal, nejmenší množství bylo 1336 kcal a největší 2616 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1675,5 ± 371,2 kcal, nejmenší hodnota byla 1177 kcal a největší 2324 kcal.

Tabulka 6 Výsledky měření u respondentů nad 30 let

nad 30 let (n = 13)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
Průměr	24,7	59,1	43,8	1783,8	24,0	59,8	43,9	1662,2
Min	8,8	38,0	28,6	1348,0	10,7	37,0	27,1	1169,0
Max	39,5	40,8	57,1	2361,0	40,8	78,9	57,8	2075,0
SD	8,3	13,6	9,1	346,3	8,2	13,1	9,7	283,7

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 6) shrnuje výsledky 13 respondentů nad 30 let. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 24,7 ± 8,3 kg, nejmenší hodnota FM byla

8,8 kg a největší 39,5 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 24 ± 8,2 kg, nejmenší hodnota byla 10,7 kg a největší 40,8 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 59,1 ± 13,6 kg, nejméně to bylo 38 kg a nejvíce 40,8 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 59,8 ± 13,1 kg, nejmenší naměřené množství bylo 37 kg a největší 78,9 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 43,8 ± 9,1 l, nejméně to bylo 28,6 l a nejvíce 57,1 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 43,9 ± 9,7 l, nejméně to bylo 27,1 l a nejvíce 57,8 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 1783,8 ± 346,3 kcal, nejmenší množství bylo 1348 kcal a největší hodnota 2361 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1662,2 ± 283,7 kcal, nejmenší hodnota byla 1169 kcal a největší 2075 kcal.

Porovnání výsledků vybraných parametrů na základě věku

V tabulkách (tabulka 7, 8, 9 a 10) jsou znázorněny rozdíly v naměřeném množství sledovaných parametrů u starších a mladších respondentů a dvouvýběrový T test, který statisticky hodnotí, zda se liší výsledky sledovaných parametrů dvou přístrojů podle věku osoby.

Tabulka 7 Rozdíl v naměřeném množství FM dle věku

Věk	Rozdíl v naměřeném množství FM		T test
	průměr	SD	p
do 30 let	-1,2	3,3	16%
nad 30 let	0,7	3,7	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 7) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FM. U mladších respondentů naměřil InBody370s v průměru o 1,2 kg vyšší hodnoty FM než Bodystat®1500 a SD z D_FM (odchylky FM) činila 3,3, u starších respondentů InBody370s naměřil v průměru o 0,7 kg nižší hodnoty FM než Bodystat®1500 a SD z D_FM byla 3,7. Větší odchýlení mezi přístroji tedy v průměru vykazovali mladší respondenti, ale SD byla větší u starších respondentů, takže odchylky mezi přístroji byly více odlišné u starších respondentů. Toto odchýlení přístrojů dle věku u naměřeného FM není statisticky významné (p = 16%).

Tabulka 8 Rozdíl v naměřeném množství FFM dle věku

Věk	**Rozdíl v naměřeném množství FFM**		**T test**
	průměr	**SD**	**p**
do 30 let	1,9	3,5	5,8%
nad 30 let	-0,7	3,6	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 8) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FFM. U mladších respondentů hodnotu FFM naměřil InBody370s v průměru o 1,9 kg méně než Bodystat®1500, zatímco starší respondenty naměřil o 0,7 kg více. SD z D_FFM (odchylky FFM) byla u mladších respondentů 3,5 a u starších respondentů 3,6. Přístroje se při měření FFM průměrně více odchylovaly u mladších respondentů, ale starší respondenti měli dle SD více odlišné odchylky mezi přístroji. Dle T testu se odchylky mezi přístroji při měření FFM dle věku nelišily (p = 5,8%).

Tabulka 9 Rozdíl v naměřeném množství TBW dle věku

Věk	**Rozdíl v naměřeném množství TBW**		**T test**
	průměr	**SD**	**p**
do 30 let	-0,9	3,0	37%
nad 30 let	-0,1	1,9	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 9) popisuje odchylku mezi přístroji při měření TBW. Mladší respondenti vykazovali SD z D_TBW (odchylky TBW) 3,0, zatímco u starších respondentů to bylo pouze 1,9. U mladších respondentů TBW průměrně měřil InBody370s o 0,9 l více než Bodystat®1500 a u starších respondentů o 0,1 l. O trochu větší průměrné odchýlení mezi přístroji vykazovali mladší respondenti a zároveň byly u nich dle SD mnohem více odlišné jednotlivé odchylky mezi přístroji než u starších respondentů. Tyto rozdíly přístrojů při měření TBW mezi dvěma věkovými skupinami nebyly statisticky nevýznamné (p = 37%).

Tabulka 10 Rozdíl v naměřeném množství BMR dle věku

Věk	Rozdíl v naměřeném BMR		T test
	průměr	SD	p
do 30 let	264,9	111,7	0,4%
nad 30 let	121,6	130,0	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 10) popisuje odchylku mezi přístroji při měření BMR. Už napohled je patrné, že průměrné hodnoty z D_BMR (odchylky BMR) mezi věkovými skupinami byly hodně rozdílné. U mladších respondentů naměřil Bodystat®1500 v průměru o 264,9 kcal více než InBody370s u starších respondentů jen o 121,6 kcal více. SD z D_BMR u mladších respondentů byla 111,7 a u starších respondentů 130,0. Průměrně se více odchylovaly přístroje u mladších respondentů, ale u starších respondentů byly jednotlivé odchylky dle SD mezi přístroji více rozdílné. Tyto rozdíly měření přístrojů u BMR mezi dvěma věkovými skupinami byly statisticky významné (p < 5 %).

4.1.3 Analýza vybraných parametrů dle pohlaví

Tabulka 11 Shrnutí výsledků měření u mužů

Muži (n = 14)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
Průměr	16,6	75,3	52,9	2250,5	17,5	74,4	54,6	1978,0
Min	4,4	58,0	42,6	1796,0	6,3	57,5	42,2	1612,0
Max	32,0	87,6	61,1	2616,0	31,7	90,5	66,1	2324,0
SD	7,6	8,3	5,4	239,0	7,8	8,9	6,5	193,0

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 11) shrnuje výsledky 14 mužů z výzkumného souboru. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 16,6 ± 7,6 kg, nejmenší hodnota FM byla 4,4 kg a největší 32 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 17,5 ± 7,8 kg, nejmenší hodnota byla 6,3 kg a největší 31,7 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 75,3 ± 8,3 kg, nejméně to bylo 58 kg a nejvíce 87,6 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 74,4 ± 8,9 kg, nejmenší naměřené množství bylo 57,5 kg a největší 90,5 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 52,9 ± 5,4 l, nejméně to bylo 42,6 l a nejvíce 61,1 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 54,6 ± 6,5 l, nejméně to bylo 42,2 l a nejvíce 66,1 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 2250,5 ± 239

kcal, nejmenší množství bylo 1796 kcal a největší hodnota 2616 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1978 ± 193 kcal, nejmenší hodnota byla 1612 kcal a největší 2324 kcal.

Tabulka 12 Shrnutí výsledků měření u žen

Ženy (n = 16)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
Průměr	20,9	48,3	35,3	1541,9	20,9	47,7	34,9	1400,0
Min	8,5	38,0	28,4	1336,0	8,9	37,0	27,1	1169,0
Max	39,5	60,0	45,0	1752,0	40,8	60,1	44,0	1667,0
SD	9,0	6,0	4,8	140,0	9,0	7,1	5,2	152,8

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 12) shrnuje výsledky 16 žen z výzkumného souboru. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 20,9 ± 9 kg, nejmenší hodnota FM byla 8,5 kg a největší 39,5 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 20,9 ± 9 kg, nejmenší hodnota byla 8,9 kg a největší 40,8 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 48,3 ± 6 kg, nejméně to bylo 38 kg a nejvíce 60 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 47,7 ± 7,1 kg, nejmenší naměřené množství bylo 37 kg a největší 60,1 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 35,3 ± 4,8 l, nejméně to bylo 28,4 l a nejvíce 45 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 34,9 ± 5,2 l, nejméně to bylo 27,1 l a nejvíce 44 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 1541,9 ± 140 kcal, nejmenší množství bylo 1336 kcal a největší hodnota 1752 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1400 ± 152,8 kcal, nejmenší hodnota byla 1169 kcal a největší 1667 kcal.

Porovnání výsledků vybraných parametrů na základě pohlaví

Tabulky (tabulka 13, 14, 15 a 16) ukazují průměr z odchylek a SD mezi přístroji při měření sledovaných parametrů dle pohlaví a dvouvýběrový T test, který statisticky hodnotí, zda se liší výsledky FM dvou přístrojů podle pohlaví osoby.

Tabulka 13 Rozdíl v naměřeném množství FM dle pohlaví

Pohlaví	Rozdíl v naměřeném množství FM		T test
	průměr	**SD**	**p**
muž	-0,9	3,8	47%
žena	0,1	3,5	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 13) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FM. InBody370s naměřil u mužů v průměru o 0,9 kg vyšší množství FM než Bodystat®1500. U žen naměřil InBody370s v průměru o 0,1 kg menší množství tuku než Bodystat®1500. SD z D_FM u mužů byla 3,8 a u žen 3,5. Průměrné odchýlení mezi přístroji při měření FM bylo větší u mužů a zároveň byly u mužů zaznamenány více odlišné odchylky než u žen. Vzhledem k velké variabilitě výsledků nebyl rozdíl statisticky významný (p = 47%).

Tabulka 14 Rozdíl v naměřeném množství FFM dle pohlaví

Pohlaví	Rozdíl v naměřeném množství FFM		T test
	průměr	**SD**	**p**
muž	0,9	3,7	87%
žena	0,7	3,9	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 14) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FFM. InBody370s naměřil u mužů v průměru o 0,9 kg menší množství FFM než Bodystat®1500. U žen naměřil InBody370s v průměru o 0,7 kg menší množství FFM než Bodystat®1500. SD z D_FFM u mužů byla 3,73 a u žen 3,83. Větší průměrné odchýlení mezi přístroji při měření FFM vykazovali muži a zároveň měli i dle SD odlišnější odchylky mezi přístroji než u žen. Dle T testu odchýlení mezi přístroji při měření FFM v závislosti na pohlaví nebylo statisticky významné (p = 87%).

15 Tabulka Rozdíl v naměřeném množství TBW dle pohlaví

Pohlaví	Rozdíl v naměřeném množství TBW		T test
	průměr	**SD**	**p**
muž	-1,7	3,1	3,3%
žena	0,4	1,5	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 15) popisuje odchylku mezi přístroji při měření TBW. Lze pozorovat, že SD a průměry TBW byly mezi muži a ženami větší. InBody370s naměřil průměrné TBW u mužů o 1,7 l více než Bodystat®1500. U žen naměřil InBody370s naopak o 0,4 l

méně než Bodystat®1500. SD z D_TBW byla u mužů 3,1 zatímco u žen byla skoro o polovinu menší a tato hodnota byla 1,5. To znamená, že u mužů bylo průměrné odchýlení mezi přístroji větší a zároveň měli dle SD odlišnější odchylky mezi přístroji než ženy. Dle T testu bylo odchýlení přístrojů v závislosti na pohlaví při měření TBW statisticky významné (p < 5 %).

Tabulka 16 Rozdíl v naměřeném BMR dle pohlaví

Pohlaví	**Rozdíl v naměřeném BMR**		**T test**
	průměr	**SD**	**p**
muž	272,5	124,1	0,7%
žena	141,9	122,8	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 16) popisuje odchylku mezi přístroji při měření BMR. Stejně jako u TBW lze pozorovat velký rozdíl v průměru mezi ženami a muži. U mužů naměřil InBody370s průměrně o 272,5 kcal méně než Bodystat®1500 s SD 124,1 a u žen naměřil InBody370s o 141,9 kcal méně než Bodystat®1500 s SD 122,8. Přístroje se při měření BMR průměrně více odchylovaly u mužů a SD byla u obou pohlaví téměř totožná. Odchýlení přístrojů v závislosti na pohlaví bylo při měření BMR statisticky významné (p < 5 %).

4.1.4 Analýza vybraných parametrů dle BMI

Tabulka 17 Shrnutí výsledků u respondentů s BMI < 25

BMI < 25 (n = 14)	**Bodystat®1500**				**InBody370s**			
	FM (kg)	**FFM (kg)**	**TBW (l)**	**BMR (kcal)**	**FM (kg)**	**FFM (kg)**	**TBW (l)**	**BMR (kcal)**
Průměr	13,2	52,3	37,4	1659,1	13,6	51,1	37,4	1472,6
Min	4,4	38,0	28,4	1336,0	6,3	37,0	27,1	1169,0
Max	27,0	75,1	53,3	2270,0	26,5	73,2	53,8	1951,0
SD	5,8	11,1	7,4	294,5	8,4	11,4	8,4	245,7

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 17) shrnuje výsledky 14 respondentů s BMI < 25. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 13,2 ± 5,8 kg, nejmenší hodnota FM byla 4,4 kg a největší 27 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 13,6 ± 8,4 kg, nejmenší hodnota byla 6,3 kg a největší 26,5 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 52,3 ± 11,1 kg, nejméně to bylo 38 kg a nejvíce 75,1 kg.

U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 51,1 ± 11,4 kg, nejmenší naměřené množství bylo 37 kg a největší 73,2 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 37,4 ± 7,4 l, nejméně to bylo 28,4 l a nejvíce 53,3 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 37,4 ± 8,4 l, nejméně to bylo 27,1 l a nejvíce 53,8 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 1659,1 ± 294,5 kcal, nejmenší množství bylo 1336 kcal a největší hodnota 2270 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1472,6 ± 245,7 kcal, nejmenší hodnota byla 1169 kcal a největší 1951 kcal.

Tabulka 18 Shrnutí výsledků u respondentů s BMI > 25

BMI > 25 (n = 16)	Bodystat®1500				InBody370s			
	FM (kg)	**FFM (kg)**	**TBW (l)**	**BMR (kcal)**	**FM (kg)**	**FFM (kg)**	**TBW (l)**	**BMR (kcal)**
Průměr	23,9	68,5	48,9	2059,4	24,3	68,2	49,9	1842,3
Min	10,8	43,2	30,4	1473,0	13,3	40,6	29,7	1248,0
Max	39,5	87,6	61,1	2616,0	40,8	90,5	66,1	2324,0
SD	7,6	14,3	9,1	391,4	7,4	14,3	10,5	308,6

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 18) shrnuje výsledky 16 respondentů s BMI > 25. Průměrné množství FM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 23,9 ± 7,6 kg, nejmenší hodnota FM byla 10,8 kg a největší 39,5 kg. Zatímco u InBody370s byl průměr této hodnoty 24,3 ± 7,4 kg, nejmenší hodnota byla 13,3 kg a největší 40,8 kg. Průměrné množství FFM naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 68,5 ± 14,3 kg, nejméně to bylo 43,2 kg a nejvíce 87,6 kg. U InBody370s byl při měření této hodnoty průměr 68,2 ± 14,3 kg, nejmenší naměřené množství bylo 40,6 kg a největší 90,5 kg. Průměrné množství TBW naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 48,9 ± 9,1 l, nejméně to bylo 30,4 l a nejvíce 61,1 l. U InBody370s tato hodnota byla průměrně 49,9 ± 10,5 l, nejméně to bylo 29,7 l a nejvíce 66,1 l. Průměrné množství BMR naměřené přístrojem Bodystat®1500 bylo 2059,4 ± 391,4 kcal, nejmenší množství bylo 1473,0 kcal a největší hodnota 2616,0 kcal. InBody370s při měření této hodnoty vykazoval v průměru 1842,3 ± 308,6 kcal, nejmenší hodnota byla 1248,0 kcal a největší 2324,0 kcal.

Porovnání výsledků vybraných parametrů na základě BMI

Tabulky (tabulka 19, 20, 21 a 22) ukazují průměr odchylek a SD mezi přístroji u sledovaných parametrů u dvou skupin respondentů rozdělených dle BMI a dvouvýběrový T test, který statisticky hodnotí, zda se liší výsledky sledovaných parametrů dvou přístrojů podle BMI respondenta.

Tabulka 19 Rozdíl v naměřeném FM dle BMI

BMI	Rozdíl v naměřeném množství FM		T test
	průměr	SD	p
<25	-0,4	2,5	100%
>25	-0,4	4,4	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 19) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FM. U respondentů s nižším i vyšším BMI naměřil InBody370s průměrně FM o 0,4 kg více než Bodystat®1500. SD z D_FM u respondentů s BMI < 25 byla 2,5, u respondentů s BMI > 25 byla SD 4,4. Z toho vyplývá, že se přístroje u obou skupin respondentů průměrně odchylovaly stejně, jen u respondentů s BMI > 25 byly jednotlivé odchylky dle SD rozdílnější než u respondentů s BMI < 25. Statisticky nemá BMI vliv na odchýlení mezi přístroji (p = 100%).

Tabulka 20 Rozdíl v naměřeném FFM dle BMI

BMI	Rozdíl v naměřeném množství FFM		T test
	průměr	SD	p
<25	1,2	3,0	53%
>25	0,4	4,4	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 20) popisuje odchylku mezi přístroji při měření FFM. V případě FFM přístroj InBody370s naměřil u respondentů s BMI < 25 o 1,2 kg méně než Bodystat®1500 u respondentů s BMI > 25 o 0,4 kg méně. SD z D_FFM byla u respondentů s nižším BMI 2,95, u respondentů s vyšším BMI 4,38. FFM tedy přístroje průměrně naměřily u BMI < 25 s větší odchylkou, ale odlišnější odchylky dle SD mezi přístroji byly u respondentů s BMI > 25. Statisticky nemělo BMI vliv na odchýlení mezi přístroji (p = 53%).

Tabulka 21 Rozdíl v naměřeném TBW dle BMI

BMI	Rozdíl v naměřeném množství TBW		T test
	průměr	**SD**	**p**
<25	0,0	1,9	26%
>25	-1,1	3,0	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 21) popisuje odchylku mezi přístroji při měření TBW. U respondentů s BMI < 25 naměřil InBody370s průměrně o 0,01 l více než Bodystat®1500, v případě druhé skupiny respondentů naměřil InBody370s o 1,1 l více než Bodystat®1500. SD z D_TBW byla u respondentů s nižším BMI 1,9 a u respondentů s vyšším BMI 3,0. Přístroje se tedy mezi sebou průměrně více odchylovaly u respondentů s nižším BMI, ale odchylky byly dle SD odlišnější u respondentů s vyšším BMI. Statisticky nemělo BMI vliv na odchýlení mezi přístroji (p = 26%).

Tabulka 22 Rozdíl v naměřeném BMR dle BMI

BMI	Rozdíl v naměřeném BMR		T test
	průměr	**SD**	**p**
<25	186,5	112,8	55%
>25	217,1	159,5	

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 22) popisuje odchylku mezi přístroji při měření BMR. InBody370s ukazoval průměrně o 186,5 kcal méně než Bodystat®1500 u respondentů s BMI < 25 a o 217,1 kcal méně u respondentů s BMI > 25. SD z D_BMR byla u respondentů s menším BMI 111,8 a u respondentů s vyšším BMI 159,5. Přístroje se mezi sebou tedy průměrně více odchylovaly u respondentů s vyšším BMI, kteří měli také dle SD větší rozdíly v odchylkách mezi přístroji. Statisticky nemělo BMI vliv na odchýlení mezi přístroji (p = 55%).

4.2 Výhody a nevýhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500

Druhá část práce hodnotí pozitiva a negativa přístrojů. Specifika přístrojů byla popsána v příloze (příloha 8). Na základě vlastního pozorování během měření byla stanovena pozitiva a negativa přístrojů InBody370s a Bodystat®1500. U obou přístrojů byl posuzován způsob, použitá frekvence a délka měření, možnost využití u lůžka pacienta, cena přístrojů, manipulace a skladnost přístrojů, napájení přístrojů, zadávání vstupních

informací, vybavení přístrojů, interpretace výsledků, elektrody, frekvence měření a množství naměřených hodnot.

4.2.1 Výhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500

InBody370s:

- Přístroj měří segmentálně při frekvenci 5 kHz, 50 kHz, 250 kHz, díky tomu přístroj zohledňuje možné asymetrie těla a je schopen změřit i ICW a ECW.
- Součástí přístroje je digitální váha a měřený respondent se tedy nemusí zvlášť vážit.
- Přístroj vyhodnotí výsledky tělesného složení velmi rychle, výrobce udává okolo 15 s.
- Výsledky z přístroje jsou přehledné i pro laika a ihned se dají vytisknout.
- Přístroj naměří velké množství dat spojených s nutričním stavem od základních složek tělesného složení až po množství útrobního tuku, jehož vysoké množství je spojeno s civilizačními chorobami.
- Výrobce uvádí přesnost měření shodnou s přístrojem DEXA a chyby v měření během výzkumu byly tedy minimální.

Bodystat®1500:

- Přístroj má nízkou hmotnost a malý rozměr, napájí se pomocí baterií a při zadání vstupních informací k němu není potřeba počítač, takže jej lze případně lehce přenášet na různá místa.
- Přístroj měří respondenta vleže, proto se může například využít i u lůžka pacienta.
- Přístroj ukazuje základní hodnoty k posouzení nutričního stavu pacienta a může být použit jako základní nástroj hlavně pro motivaci k hubnutí.
- Přístroj velmi rychle vyhodnocuje výsledky měření. Dle výrobce je rychlost měření přístroje okolo 3 sekund.
- Přístroj je oproti InBody370s cenově dostupnější.

4.2.2 Nevýhody přístrojů InBody370s a Bodystat®1500

InBody370s:

- Přístroj je relativně velký a těžký. Dle výrobce váží 26 kg a na výšku měří 105,9 cm. Je tedy obtížné s ním manipulovat a přenášet ho, také je poměrně neskladný.
- Přístroj je nutné zapojit do zásuvky a pro zadávání vstupních informací respondenta je k němu zapotřebí počítač, takže s ním lze měřit jen v místnosti s elektrickou zásuvkou a počítačem.
- Při měření na přístroji je nutné stát, proto v případě respondenta upoutaného na lůžko, by nebylo možné hodnoty změřit.
- V případě špatné dezinfekce elektrod může dojít ke zkresleným výsledkům.
- Je nutné dávat pozor na měřeného jedince, jestli správně stojí na elektrodách a zda má horní končetiny při měření dostatečně od sebe.
- Přístroj je poměrně drahý a jeho cena se pohybuje ve stovkách tisíc.

Bodystat®1500:

- U přístroje může dojít k chybným výsledkům už při zadávání vstupních informací respondenta do softwaru přístroje. Je nutné zadat jeho fyzickou aktivitu, může dojít ke zkresleným výsledkům, protože respondent nemusí uvést pravdivé informace o své fyzické aktivitě nebo určení stupně fyzické aktivity může být zkreslené hodnocením operátora. Výška respondenta nejde do přístroje zadat s přesností na milimetry, tudíž také může dojít ke zkreslení výsledků. Při zadání pohlaví respondenta, je v přístroji Bodystat®1500 automaticky nastaveno ženské pohlaví a při nepozornosti by mohlo být u respondenta zvoleno chybné pohlaví.
- Přístroj využívá až 6 baterií a v případě, že se baterie vybijí a operátor nemá náhradní baterie, není schopen jedince změřit.
- Součástí přístroje není digitální váha, proto je nutné vážit respondenty na externí váze.
- Přístroj měří pouze jednu polovinu těla, a tudíž nezohledňuje možnou asymetrii těla.
- Přístroj měří při jedné frekvenci 50 kHz, proto nelze získat hodnoty ICW a ECW.

- Nalepovací elektrody se musí lepit s velkou přesností na určená místa, aby nedošlo k chybným výsledkům.
- Přístroj vyhodnocuje malé množství informací, oproti InBody370s
- U tohoto přístroje je nutné vypsat výsledky z přístroje ručně na papír.

4.3 Analýza jídelníčků

Třetí část práce se týká týdenních jídelníčků od 10 respondentů z výzkumného souboru. Jídelníčky byly hodnoceny dle jejich pestrosti, zastoupení makroživin. Dále byl porovnáván průměrný energetický příjem respondentů s aktuální celkovou energetickou potřebou naměřenou na bioimpedančních přístrojích. U každého respondenta je v tabulkách uvedeno množství makroživin a celkového energetického příjmu denně a průměrně za celý týden.

Respondentka 3

Respondentka 3 byla žena studující fyzioterapii. Během měření (příloha 6, 7) jí bylo 21 let, vážila 51,6 kg při výšce 161,5 cm, její hodnota BMI byla 19,8. Její množství FM bylo 8,9 kg (17,2 %) u InBody370s a 8,5 kg (16,5 %) u přístroje Bodystat®1500. Z důvodu probíhajícího zkouškového období byla fyzická aktivita respondentky nízká.

Tabulka 23 Shrnutí jídelníčku respondentky 3

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	2589,0	91,5	100,5	333,4
2	3000,9	131,7	139,6	289,7
3	2866,5	94,3	138,8	283,3
4	3221,7	124,1	171,6	284,2
5	2261,5	83,7	107,3	234,4
6	2851,4	119,5	114,1	330,3
7	1675,9	64,1	58,4	216,6
Průměr	2638,1	101,3	118,6	281,7

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 23) ukazuje příjem živin respondentky 3 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Její průměrný příjem energie za celý týden byl 2638,1 kcal, InBody370s doporučil respondentce přijímat 1938 kcal a Bodystat®1500 2205 kcal. Její průměrný příjem makroživin za týden byl 101,3 g bílkovin (16 %), 118,6 g

tuků (41 %) a 281,7 g sacharidů (43 %) z celkového energetického příjmu. Respondentka tento týden přijímala více energie, než kolik by měla přijímat dle přístrojů.

Respondentka se stravovala 5x denně. Většinu týdne snídala ovocný jogurt s müsli a ovocem. Na svačinu měla tyčinku, ovoce (banán, jablko) nebo sladké pečivo. K obědu měla vždy maso (drůbeží, hovězí, vepřové) a přílohu (rýže, těstoviny, bramborová kaše, hranolky), kromě jednoho dne, kdy měla těstovinový salát. Večeře respondentky byla většinou studená a skládala se z tmavé bagety nebo celozrnného chleba, sýru (eidam, mozzarella, parenica, hermelín), zeleniny (kedlubna) a uzených výrobků (párky, salám). Respondentka pila buď čistou vodu nebo vodu se šumivými tabletami. Příjem tekutin respondentky byl alespoň 2 l denně.

Jídelníček neobsahoval ryby, luštěniny ani ořechy a byl chudý na zeleninu. Ovoce, celozrnné výrobky a mléčné výrobky obsahoval jídelníček každý den. Uzeniny byly v jídelníčku zařazeny téměř každý den. 2x během týdne snídaně respondentky obsahovala velmi malé množství tuku, které bylo okolo 12 % z energetického příjmu snídaně. Naopak velké množství tuku osahovala její večeře, která byla často nejenergičtější chodem dne a tvořila 1/3 a více jejího celkového energetického příjmu za den. Z hlediska pestrosti můžu zmínit pouze rozmanitost mléčných výrobků.

Respondentka 5

Respondentka 5 byla žena studující nutriční terapii. V době měření (příloha 6, 7) jí bylo 21 let, vážila 56,6 kg při výšce 163 cm. Její hodnota BMI byla 21,3. Její množství FM bylo 10,5 kg (18,6 %) u InBody370s a 14 kg (20,5 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondentka měla vysokou fyzickou aktivitu (závodí na kajacích).

Tabulka 24 Shrnutí jídelníčku respondentky 5

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	1678,6	83,1	43,5	240,5
2	1827,0	85,6	51,5	253,4
3	1966,2	67,7	35,1	246,0
4	1838,0	85,6	48,4	250,6
5	1861,6	70,1	71,5	235,7
6	1800,9	97,3	46,3	238,0
7	1735,6	129,2	55,8	178,3
Průměr	1815,4	88,4	50,3	234,6

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 24) ukazuje příjem živin respondentky 5 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Její průměrný příjem energie za celý týden byl 1815,4 kcal a naměřená celková energetická potřeba byla 2184 kcal z InBody370s a 2779 kcal z přístroje Bodystat®1500. Její příjem makroživin za týden byl 88,4 g (20 %) bílkovin, 50,3 g (25 %) tuků a 234,6 g (55 %) sacharidů. Respondentka v posuzovaném týdnu přijímala méně energie, než kolik by měla přijímat dle přístrojů.

Respondentka měla jídelníček velmi rozmanitý, což se dalo očekávat vzhledem k oboru jejího studia. Během zaznamenávaného týdne se stravovala 5x denně. Denně měla více jak 500 g ovoce (jablko, borůvky, hruška, banán, maliny, kiwi) a zeleniny (mrkev, dýně, řepa, paprika). Během týdne měla 1x rybu a 3x luštěniny ve formě falafelu a cizrny. Z celozrnných výrobků konzumovala celozrnnou kaiserku. Dost často zařazovala do jídelníčku ovesné vločky a semínka (dýňová, lněná). Z mléčných výrobků měla v jídelníčku uvedené různé jogurty, sýry, kefírové mléko, tvaroh. Maso měla pouze jednou během týdne, jinak vždy konzumovala pouze vysokoprocentní vepřovou šunku. Respondentce by se dalo vytknout pouze víno, kterého si dala v jeden večer 800 ml. Pila 1,5 l až 2 l vody denně, což by mohlo být k její vysoké fyzické aktivitě méně.

Vzhledem k tomu, že respondentka aktivně sportuje, měla mírně navýšené množství bílkovin téměř každý den zaznamenávaného týdne. Poslední den měla až 30 % bílkovin z celkového energetického příjmu. Velké množství bílkovin z toho dne měla hlavně ke snídani, kdy zkonzumovala proteinový prášek a tedy až 27 % snídaně tvořily pouze bílkoviny. Jinak byl jídelníček velmi pestrý, hlavně z hlediska rozmanitosti ovoce.

Respondentka 6

Respondentka 6 byla pracující žena. Při měření (příloha 6, 7) jí bylo 42 let, byla vysoká 175,6 cm s hmotností 82,6 kg, její hodnota BMI byla 26,8. Její množství FM bylo 22,5 kg (27,3 %) u InBody370s a 32 kg (39 %) u přístroje Bodystat®1500. Během týdne moc nesportovala, měla spíše nízkou fyzickou aktivitu, která zahrnovala převážně chůzi do práce a z práce a 2x týdně šla na delší procházku. Respondentka v současnosti chodí do nutriční poradny a snaží se zhubnout.

Tabulka 25 Shrnutí jídelníčku respondentky 6

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	1536,7	95,6	39,1	201,5
2	1759,8	97,7	59,3	225,3
3	2406,3	134,6	105,2	249,0
4	2234,7	149,0	76,7	248,6
5	2065,7	168,8	51,8	234,5
6	1918,8	101,6	52,1	271,4
7	1807,9	99,2	51,9	237,0
Průměr	1961,4	120,9	62,3	238,2

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 25) ukazuje příjem živin respondentky 6 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Její průměrný příjem energie za celý týden byl 1961,4 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 2501 kcal z InBody370s a 2361 kcal z přístroje Bodystat®1500. Její průměrný příjem makroživin za týden byl 120,9 g (21 %) bílkovin, 62,3 g (43 %) tuků a 238,2 g (36 %) sacharidů. Respondentka tento týden přijímala méně energie, než kolik energie by měla přijímat dle přístrojů. Je nutné brát v úvahu, že celkový energetický příjem byl nižší kvůli redukci.

Respondentka měla většinou jídlo rozdělené do 3 denních chodů. Během týdne vynechala jednou večeři a svačinu měla jen občas a převážně dopoledne. Ke snídani měla většinou vejce s pečivem, kukuřičné lupínky s mlékem nebo jen suchý rohlík. Pečivo bylo většinou žitné. Respondentka měla ke svačině tyčinku bez cukru a jednou si dala syrovátkový proteinový prášek. K obědu měla vždy maso (hovězí, kuřecí) s přílohou (brambory, rýže, těstoviny), výjimkou byl jeden den, kdy měla smažený květák. 4 dny z týdne respondentka večeřela pouze syrečky s žitnou plackou. Respondentka pila denně alespoň 2 l čisté kohoutkové vody.

Ovoce a zelenina se v jídelníčku skoro vůbec nevyskytovaly. Ryby obsahoval jídelníček jen ve formě konzervy. Luštěniny a ořechy jídelníček neobsahoval vůbec. Mléko a mléčné výrobky byly v jídelníčku zastoupeny pouze 1x denně. Pestrost v jídelníčku lze najít pouze v sacharidových přílohách. Respondentka také konzumovala hodně bílkovin, a navíc proteinový prášek a vzhledem k její nízké fyzické aktivitě neměla jak bílkoviny využít. Jeden den měla až 33 % bílkovin z celkového energetického příjmu, kdy velké množství bílkovin tvořila večeře, která byla téměř z poloviny tvořena jen bílkovinami ve formě masa a proteinového prášku.

Respondentka 7

Respondentka 7 byla žena pracující v advokátní kanceláři. V době měření (příloha 6, 7) jí bylo 28 let, vážila 54,3 kg při výšce 158,3 cm, její hodnota BMI byla 21,7. FM jí vyšlo 9,6 kg (17,8 %) u InBody370s a 10,1 kg (18,6 %) u přístroje Bodystat®1500. Vzhledem k sedavému zaměstnání se respondentka snažila chodit alespoň 3x týdně do posilovny.

Tabulka 26 Shrnutí jídelníčku respondentky 7

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	1549,8	52,9	65,0	163,6
2	2735,0	120,4	113,0	217,0
3	1965,3	96,6	95,9	178,5
4	2701,9	154,7	152,5	176,1
5	1798,8	102,9	85,2	149,9
6	2637,6	131,1	133,8	229,0
7	1834,1	91,8	61,6	197,6
Průměr	2174,7	107,2	101,0	187,4

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 26) ukazuje příjem živin respondentky 7 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Její průměrný příjem energie za celý týden byl 2174,7 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 1872 kcal z InBody370s a 2210 kcal z přístroje Bodystat®1500. Její průměrný příjem makroživin za týden byl 107,2 g (21 %) bílkovin, 101 (43 %) tuků a 187,4 (36 %) sacharidů. Respondentka tento týden přijímala více energie, než jí bylo přístrojem InBody370s doporučeno, a méně energie, než jí bylo doporučeno přístrojem Bodystat®1500.

Respondentka se většinou stravovala 3x denně. Svačila pouze 3x během týdne, a to jogurt s mandarinkou, arašídovým máslem a chai latte. Snídani moc neobměňovala a často měla toust s máslem, sýrem, šunkou a k tomu si dávala podmáslí s chia semínky. K obědu měla vždy maso nebo masovou směs (kuřecí, vepřové) s přílohou (rýže, těstoviny, brambory, noky, knedlík) a občas přidala i zeleninovou směs. Večeře měla různorodé, ale 2x za sebou jedla hamburger s hranolky. Respondentka pila po večeři 3x během týdne alkohol (víno, gin s tonikem). Denně pila cca 1,5 l vody s mátou a citronem.

Syrová zelenina byla zařazena jen jednou během týdne a ovoce pouze 3x během týdne. Jídelníček neobsahoval ryby, luštěniny, celozrnné výrobky ani ořechy. Mléčné výrobky obsahoval jídelníček každý den. Během celého týdne konzumovala respondentka velmi

málo sacharidů. Jeden den měla pouze 21 % sacharidů z celkového energetického příjmu a velkou část toho dne konzumovala tuky. Pestrost jídelníčku můžu najít pouze v přílohách.

Respondentka 8

Respondentka 8 byla studentkou nutriční terapie. V době měření (příloha 6, 7) jí bylo 23 let, vážila 67,5 při výšce 155,6 cm, její hodnota BMI byla 27,9. Její hodnota FM byla 26,9 kg (39,8 %) u InBody370s a 24,3 kg (36 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondentky fyzická aktivita představovala pouze chůzi.

Tabulka 27 Shrnutí jídelníčku respondentky 8

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	1719,5	50,0	75,8	203,4
2	1427,9	45,3	55,8	181,8
3	1884,7	65,2	104,5	168,9
4	2131,3	68,0	115,1	214,8
5	1691,2	67,6	56,9	241,5
6	1984,0	111,5	108,6	142,4
7	2058,3	110,3	84,4	212,8
Průměr	1842,4	74,0	85,9	195,1

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 27) ukazuje příjem živin respondentky 3 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Její průměrný příjem energie za celý týden byl 1842,4 kcal, naměřená celková energetická potřeba z přístrojů byla 1872 kcal z InBody370s a 2210 kcal z přístroje Bodystat®1500. Její průměrný příjem makroživin za týden byl 74 g (16 %) bílkovin, 85,9 g (42 %) tuků a 195,1 g (42 %) sacharidů. Respondentka měla téměř totožný průměrný energetický příjem za týden jako vypočtená energetická potřeba z InBody370s, oproti přístroji Bodystat®1500 byl její příjem trochu nižší.

Respondentka se během týdne stravovala 4x denně. U snídaně se opakovala houska se sýrem (niva, eidam), nebo sladké pečivo. Svačila vždy jen odpoledne a bylo to buď ovoce (jablko, mandarinka), zelenina (okurka), nebo nějaká sladkost. Oběd respondentky byl dost často polotovar (rybí prsty, croissant, lasagne, hranolky) nebo omáčka (koprová, houbová) s přílohou (houskový knedlík, brambory). Jednou na oběd měla vejce s čočkou.

Na večeři se u respondentky opakovaly párky nebo jiné uzené výrobky s pečivem, pizza nebo kebab. Denně vypila 1,5–2 l vody.

Jídelníček obsahoval maximálně 2 druhy ovoce a zeleniny. Ryby jídelníček obsahoval jen ve formě pomazánky. Chudý byl i na mléčné a celozrnné výrobky, ořechy neobsahoval vůbec. 3 dny v týdnu respondentka konzumovala až 50 % tuku z celkového energetického příjmu. Z hlediska pestrosti nelze nic vyzdvihnout. Vzhledem k oboru, který respondentka studuje, byla analýza jejího jídelníčku překvapující.

Respondent 18

Respondent 18 byl muž studující nutriční terapii. Při měření (příloha 6, 7) mu bylo 22 let, vážil 73,9 při výšce 183,2 cm, jeho hodnota BMI byla 22. Jeho hodnota FM byla 6,3 kg (8,5 %) u InBody370s a 4,4 kg (6 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondent měl vysokou fyzickou aktivitu (denně jezdil několik hodin na kole).

Tabulka 28 Shrnutí jídelníčku respondenta 18

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	2500,5	112,0	58,4	367,7
2	2626,8	119,7	84,6	343,2
3	3132,9	133,6	78,4	462,4
4	2463,8	114,3	84,7	314,9
5	2609,0	116,2	97,8	285,7
6	2899,3	136,7	96,7	365,0
7	2365,2	112,9	44,5	345,1
Průměr	2656,8	120,8	77,8	354,9

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 28) ukazuje příjem živin respondenta 18 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Jeho průměrný příjem energie za celý týden byl 2657,8 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 3113 kcal u InBody370s a 3596 kcal u přístroje Bodystat®1500. Jeho průměrný příjem makroživin za týden byl 120,8 g (18 %) bílkovin, 77,8 g (27 %) tuků a 354,9 g (55 %) sacharidů. Jeho průměrný energetický příjem byl o hodně nižší, než kolik by měl přijímat dle přístrojů.

Respondent měl jídlo rozdělené na 5 denních chodů. Snídal slané snídaně, ve kterých se objevoval často hummus, celozrnné pečivo, zelenina (paprika, mrkev), vysokoprocentní šunka nebo vejce. Ke svačinám měl vždy různé druhy ovoce (banán,

jablko), zeleninu (mrkev, paprika) nebo kefír a podmáslí. Během týdne měl na oběd 2x smažený řízek, jinak měl vždy maso (kuřecí, krůtí, hovězí) a přílohu (těstoviny, brambory). Jeho večeře se skládala ze zeleniny (paprika, okurka, mrkev, rajčata), pečiva (grahamový chléb, celozrnný rohlík, veka, bageta, toustový chléb) a hummusu. Na večeři se jednou objevilo i tofu a avokádo. Respondent pil většinou až 3 l vody denně, ale jednou si dal 500 ml piva a 880 ml Fanty.

Respondent měl každý den alespoň 300 g zeleniny. Jídelníček byl z hlediska zeleniny rozmanitý. Zařazeny byly pouze 2 druhy ovoce. Ryby a ořechy nebyly v jídelníčku obsaženy ani jednou, luštěniny ve formě hummusu obsahoval jídelníček každý den a jednou bylo zařazeno tofu. Celozrnné výrobky byly zařazeny každý den. Mléčné výrobky byly v každé porci, ať už ve formě kefíru, podmáslí, jogurtu nebo sýrů (mozzarella, eidam). V jídelníčku bylo také velké množství druhů pečiva. Polovinu týdne měl velmi malé množství tuků, které bylo v jeden den pouze 17 % z celkové energetického příjmu a velkou část energie ten den tvořily sacharidové potraviny.

Respondent 19

Respondent 19 byl pracující muž se sedavým zaměstnáním. V době měření (příloha 6, 7) měl 57 let, vážil 91,7 při výšce 180,5 cm, jeho hodnota BMI byla 28,1. Jeho hodnota FM byla 21,6 kg (23,6 %) u InBody370s a 19,9 kg (21,7 %) u přístroje Bodystat®1500. Fyzická aktivita respondenta byla nízká a představovala pouze práci na zahradě. Respondent uvedl, že se poslední měsíc snažil jíst zdravě.

Tabulka 29 Shrnutí jídelníčku respondenta 19

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	2542,4	112,5	83,3	339,6
2	2546,1	110,4	94,9	324,5
3	2577,7	122,3	84,1	322,9
4	2517,0	103,8	85,8	345,9
5	2450,4	108,1	92,2	309,0
6	2450,4	108,1	92,2	309,0
7	2412,8	84,7	81,8	343,5
Průměr	2499,5	107,1	87,8	327,8

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 29) ukazuje příjem živin respondenta 19 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Jeho průměrný příjem energie za celý týden byl

2449,5 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 2636 kcal z InBody370s a 2877 kcal z přístroje Bodystat®1500. Jeho průměrný příjem makroživin za týden byl 107,1 g (17 %) bílkovin, 87,8 g (31 %) tuků a 327,8 g (52 %) sacharidů. Průměrný příjem za týden byl trochu nižší, než kolik by měl přijímat energie dle přístrojů, ale toto množství energie bych respondentovi z důvodu jeho nadváhy doporučila.

Respondentův jídelníček byl velmi rozmanitý a stravoval se 5x denně. Každý den konzumoval alespoň 500 g syrové ovoce (nektarinky, jablko, meruňky, banán, broskve, mango, kiwi, avokádo, hrozny, pomeranč) a zeleniny (salát, mrkev, paprika, rajčata, rukola, polníček, okurka). 2x během týdne konzumoval ryby ve formě pečeného lososa a tuňákového salátu. 2x během týdne měl luštěniny (hummus, červená čočka). Respondent konzumoval většinou celozrnné pečivo a občas si dal bílý chléb. Ořechy zařadil do jídelníčku pouze jednou. Respondent zařazoval mléko a různé druhy mléčných výrobků (eidam, Cottage sýr, kefír, parmazán, mozzarella, žervé, zakysaná smetana, bílý jogurt, lučina, tvaroh). Konzumoval libové maso (kuřecí, hovězí), ale měl také jeden bezmasý den. Respondent pil čistou vodu, ale občas si dal i džus. Jeho pitný režim byl cca 2,5 l denně. Jídelníček byl vyvážený jak z hlediska jednotlivých chodů, tak v průměru za den. Z hlediska ovoce, zeleniny a mléčných výrobků byl jídelníček velmi pestrý.

Respondent 20

Respondent 20 byl pracující muž. Při měření (příloha 6, 7) měl 35 let, vážil 103,7 kg při výšce 183,4 cm, takže jeho hodnota BMI byla 30,8. Jeho hodnota FM byla 30,2 kg (29,1 %) u InBody370s a 25 kg (24,2 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondent uvedl, že dřív dělal fitness trenéra, ale v současné době nemá skoro žádnou fyzickou aktivitu.

Tabulka 30 Shrnutí jídelníčku respondenta 20

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	2108,6	66,8	107,9	215,6
2	1913,2	67,6	79,9	218,6
3	2479,7	90,2	113,7	271,2
4	3029,7	99,7	155,3	320,2
5	2624,5	100,5	92,4	365,4
6	1834,8	68,1	70,8	233,3
7	3262,7	150,6	136,7	358,9
Průměr	2464,7	91,9	108,1	283,3

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 30) ukazuje příjem živin respondenta 20 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Jeho průměrný příjem energie za celý týden byl 2 464,7 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 2743 kcal z InBody370s a 3305 kcal z přístroje Bodystat®1500. Jeho průměrný příjem makroživin za týden byl 91,9 g (15 %) bílkovin, 108,1 g (40 %) tuků a 283,3 g (45 %) sacharidů. Průměrný energetický příjem měl o trochu menší, než kolik by měl přijímat energie dle přístrojů, ale vzhledem k jeho BMI bych mu doporučila celkovou energii snížit.

Respondent 20 měl denní příjem rozdělen do 4–5 chodů. Ke snídani měl většinu týdne sladké pečivo nebo sladký jogurt. Na svačinu měl 2x pečivo s taveným sýrem a 2x měl na svačinu ovoce (banán, mandarinka, jablko), zbytek týdne obsahovaly svačiny sladké pečivo. Většinu týdne měl k obědu polotovar nebo vepřové maso s omáčkou (koprová, houbová) a s houskovým knedlíkem. Jeden den měl bezmasý oběd, který obsahoval čočku s vejcem a chlebem. K večeři měl respondent 2x za sebou párky, jinak konzumoval jídla jako kebab, pizza nebo smažený sýr. Respondent pil alespoň 2,5 l vody denně.

Syrovou zeleninu obsahoval jídelníček pouze 3x během týdne, ale ovoce alespoň 1x denně zařadil. Luštěniny obsahoval jídelníček pouze jednou, ale ryby, ořechy nebo celozrnné výrobky vůbec. Jídelníček obsahoval hodně sladkého pečiva, které respondent konzumoval denně. V jídelníčku mě zaujalo, že jeden den se oběd skládal pouze ze slaného pečiva a neměl tak dostatek všech makroživin. Z hlediska pestrosti bych vzhledem ke složení jídelníčku mohla vyzdvihnout pouze snahu respondenta o zařazování různých druhů ovoce.

Respondent 21

Respondent 21 byl studující a zároveň pracující muž v advokátní kanceláři. V době měření (příloha 6, 7) měl 28 let, vážil 63,9 kg při výšce 177,6 cm, jeho hodnota BMI byla 20,3. Jeho hodnota FM byla 6,4 kg (10 %) u InBody370s a 5,9 kg (9,2 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondent vůbec nesportoval, jediná jeho pohybová aktivita byla chůze do práce a z práce.

Tabulka 31 Shrnutí jídelníčku respondenta 21

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	1278,2	55,3	44,3	161,1
2	1301,2	64,3	60,3	131,4
3	1636,3	54,7	55,5	191,6
4	1254,9	42,0	36,4	180,3
5	1730,8	65,6	60,9	218,4
6	1524,6	77,4	53,0	182,1
7	1675,3	42,9	75,2	207,4
Průměr	1485,9	57,4	55,1	181,8

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 31) ukazuje příjem živin respondenta 21 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Jeho průměrný příjem energie za celý týden byl 1485,9 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 2257 kcal z InBody370s a 2514 kcal z přístroje Bodystat®1500. Jeho průměrný příjem makroživin za týden byl 57,4 g (16 %) bílkovin, 55,1 g (34 %) tuků a 181,8 g (50 %) sacharidů. Respondent měl celkový energetický příjem o hodně nižší, než kolik by měl přijímat energie dle přístrojů.

3 dny konzumoval 3x denně, zbytek týdne pouze 2x denně. Respondent snídal pouze jednou během týdne a byla to míchaná vejce s chlebem. Na oběd měl 2x McDonald, dále pak bagetu nebo čínské nudle. Ke svačině měl jednou gumové bonbony a ledovou kávu. Večeře respondenta byly pestřejší. Večeře obsahovala například zeleninové rizoto, španělský ptáček, těstoviny s rajčatovou omáčkou nebo grilovaný hermelín. Respondent pil alespoň 3 l vody denně.

Jídelníček respondenta obsahoval za celý týden pouze 2 kusy ovoce (jablko, banán) a 1 kus syrové zeleniny. Vůbec neobsahoval luštěniny, ryby, celozrnné výrobky a ořechy. Mléčné výrobky byly zařazeny střídmě. Respondent často konzumoval nezdravé potraviny a často pil sladké nápoje. Každý den měl respondent velmi nízký příjem energie, nejméně to bylo 1278,16 kcal, ten den se jídelníček skládal pouze ze špaget s rajčatovou omáčkou a fastfoodu. Pestrost v jídelníčku nebyla žádná.

Respondent 23

Respondent 23 byl muž, který pracuje v IT firmě. V době měření (příloha 6, 7) měl 25 let, 109,3 kg a měřil 187,5 cm. Jeho BMI bylo 31,1. Jeho množství FM bylo 27,8 kg (25,5 %) u InBody370s a 21,8 kg (19,9 %) u přístroje Bodystat®1500. Respondent uvedl,

že chodí 3x týdně do posilovny, ale byl limitován úrazem ramene, takže jeho tréninky nebyly nijak náročné.

Tabulka 32 Shrnutí jídelníčku respondenta 23

Den	Celkový příjem (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
1	2490,0	191,2	89,5	223,0
2	2567,1	194,1	76,8	280,0
3	2335,0	193,1	72,4	221,5
4	2162,3	123,7	78,1	236,5
5	2214,2	179,0	66,2	205,9
6	2519,2	202,4	82,2	243,2
7	2436,8	206,9	76,3	228,9
Průměr	2389,2	184,3	77,3	234,1

(zdroj: vlastní)

Tabulka (tabulka 32) ukazuje příjem živin respondenta 23 v průběhu jednoho týdne před měřením na bioimpedančních přístrojích. Jeho průměrný příjem energie za celý týden byl 2389,2 kcal, naměřená celková energetická potřeba byla 3408 kcal u InBody370s a 4181 kcal u přístroje Bodystat®1500. Jeho průměrný příjem makroživin za týden byl 184 g (31 %) bílkovin, 77 g (29 %) tuků a 234 g (40 %) sacharidů. Respondent měl celkový energetický příjem o hodně nižší, než kolik by měl přijímat energie dle přístrojů, ale musí se brát v úvahu, že respondent spadá do obezity prvního stupně, takže nižší energetický příjem je pro něj adekvátní.

Jeho příjem v jídelníčku byl rozdělen do 5 denních porcí, 2x během týdne měl navíc druhou večeři. Snídaně respondenta se z většiny skládala z mléka (polotučné mléko) a mléčných výrobků (kysané podmáslí, mozzarella, Cottage sýr), ke kterým si dal občas chléb. 3x během týdne měl ke snídaní nakládané okurky a jednou dokonce doplnil snídani o lízátko. Ke svačině si pokaždé dal protein, mléčný výrobek (jogurt, podmáslí, puding) a dost často sladkost (lotus sušenky, lízátko, čokoláda). K obědu měl vždy maso (kuřecí, vepřové) s dušenou zeleninou a bramborami, často si po obědě dával zákusek (medovník, makový koláč, kremrole, sójový suk). Během zaznamenávaného týdne měl respondent každý den k večeři tvaroh s banánem nebo pomerančem, občas tuto večeři obohatil o marmeládu, pistácie nebo lněné semínko a 2x si ještě navíc dal chléb se salámem a 1x koblihu. Respondent pil alespoň 3 l čisté vody denně.

Syrovou zeleninu jídelníček neobsahoval ani jednou a z ovoce to byl pouze banán a pomeranč. Jídelníček obsahoval ryby jen 1x během týdne, a to ve formě rybího salátu. Luštěniny a celozrnné výrobky nebyly v jídelníčku vůbec. Jídelníček obsahoval velké množství bílkovin ať už z potravin, nebo proteinového prášku. Skoro každý den byl jídelníček složen z více jak 30 % bílkovin z celkového energetického příjmu. Z hlediska pestrosti můžu z jídelníčku vyzdvihnout pouze rozmanitost mléčných výrobků a jako jeden z mála respondentů měl v jídelníčku zařazené i ořechy.

5. DISKUSE

Praktická část práce byla zaměřena hlavně na analýzu odchylek mezi přístroji InBody370s a Bodystat®1500, které pro měření používají různé frekvence, přičemž elektrický proud prochází různými částmi těla. Do výzkumu se zapojilo 31 respondentů ve věku 19–57 let. I když byla snaha zachovat co nejlepší podmínky při měření, jeden respondent byl v průběhu výzkumu vyřazen, protože jeho odchylky mezi sledovanými parametry byly mnohonásobně větší. Měření na přístrojích BIA je dle Khalila et al. (2014) ovlivněno mnohými faktory respondenta. Chyba mohla být i ve špatné registraci respondenta nebo, v případě přístroje Bodystat®1500 to mohly být dle Shiffmana (2013) chybně umístěné elektrody. Respondent měl dle WHO (World Health Organization – Světová zdravotnická organizace) obezitu 3. stupně a dle Mulasiho et al. (2015) mohou být se zvyšující se adipozitou chyby v měření časté.

Nichols et al. (2006) při svém výzkumu nejprve hodnotil rozdíly FFM a procento FM mezi BIA a DEXOU a pak pomocí dvouvýběrového T testu hodnotil statistickou významnost jejich odchylek, kdy nezjistil žádnou statistickou významnost mezi přístroji. Následně rozdělil výzkumný soubor dle rasy a využil párový T test, aby zjistil statistickou významnost rozdílů dle ras (Nichols et al., 2006). Obdobný postup byl i u této práce.

Hlavním cílem práce bylo popsat a stanovit odchylky měření tělesného složení pomocí bioelektrických impedančních metod mezi přístroji InBody a Bodystat. K tomuto cíli byla stanovena výzkumná otázka, jaké jsou rozdíly v měření mezi přístroji InBody a Bodystat. Předmětem porovnávání byly hodnoty FM, FFM, TBW a BMR naměřených u různých respondentů. Z důvodu různých odchylek mezi přístroji byl dodatečně použit dvouvýběrový T test, který hodnotil, zda jsou odchylky statisticky významné. Hodnoty FM a TBW vycházely průměrně vyšší u InBody370s, zatímco hodnoty FFM a BMR vycházely průměrně vyšší u přístroje Bodystat®1500 (tabulka 2). Průměrné odchýlení bylo u FM 0,4 ± 3,6 kg, u TBW 0,6 ± 2,6 l, u FFM 0,8 ± 3,7 kg a u BMR 202,8 ± 138,2 kcal. Při porovnání výsledků celého souboru měřily přístroje s vysokou statistickou shodou, pouze u hodnot BMR vyšlo významné odchýlení mezi přístroji, které bylo 202,8 ± 138,2 kcal.

Práce se jevila jako nevypovídající vzhledem k různorodé skupině respondentů, proto byl soubor následně rozdělen dle věku, pohlaví a BMI. Dle Khalila et al. (2014) stárnutí lidského těla vede k postupnému nárůstu tukové hmoty a spontánnímu úbytku svalové

hmoty, které vede k úbytku FFM, což se nám potvrdilo i po rozdělení respondentů na starší a mladší (tabulka 5, 6). Po rozdělení výzkumného souboru dle věku vyšel statistický rozdíl opět pouze u BMR, kdy větší odchylky vykazovali mladší respondenti (tabulka 10).

Po rozdělení výzkumného souboru dle pohlaví vyšly statistické rozdíly u TBW a BMR. U hodnot TBW i BMR se přístroje odchylovaly více u mužů (tabulka 15, 16). Dle Geer a Shen (2009) mají muži více svalové hmoty a TBW než ženy, což vyplynulo i z našeho měření (tabulka 11, 12). Významné rozdíly v TBW dle pohlaví mohly být způsobeny obecně větším objemem vody v těle mužů, přístroje pak při vyšší hydrataci nemusely měřit se správnou přesností. To zmínili ve své publikaci i Mulasi et al. (2015) nebo Ceniccola et al. (2018), kteří poukázali na to, že konstantní podíl vody z FFM byl měl být během měření 73,2 %. Otázka nastává, proč se významně nelišily odchylky z FFM dle pohlaví, který je z většiny tvořen TBW.

Jak uvedl Borga et al. (2018), výše BMI často koreluje s množstvím FM, proto byl soubor rozdělen na BMI 18,5–24,9, které je dle WHO v normě a na BMI > 25, které WHO značí jako nadváhu a obezitu. Jak uvedl Mulasi et al. (2015), chyby v měření jsou častější se zvyšující se adipozitou, to se nám však nepotvrdilo. Při rozdělení souboru nemělo BMI vliv na odchýlení přístrojů.

Hodnota BMR udává minimální počet kalorií potřebných k udržení životních funkcí v klidovém stavu. Luy a Dampil (2018) uvádí, že existuje mnoho studií, které berou v úvahu hodnotu FFM a FM, na jejichž základě se počítá hodnota BMR u BIA přístrojů. Z důvodu různých výsledků a možných rozdílných rovnic na výpočet BMR pak mohly být odchylky mezi přístroji statisticky významné. Pro další zkoumání těchto rozdílů bych proto doporučila srovnání s nepřímou kalorimetrií, která je, jak udává Luy a Dampil (2018), zlatým standardem pro stanovení BMR.

Další chyby mohly nastat prakticky kdykoliv. InBody370s je přístroj měřící na všech segmentech těla a měří horní i dolní část těla, zatímco u přístroje Bodystat®1500 proud prochází pouze z ruky na nohu a druhou polovinu těla dopočítává dle algoritmů. Riegerová et al. (2006) uvádí, že jsou rozdíly mezi pravou a levou stranou, způsobeny rozdílným zastoupením svalové hmoty včetně srdečního svalu a tyto rozdíly způsobují chybu 2 %. Dle Baumgartnera et al. (1989) rozdíly mezi přístroji může částečně způsobovat elektrická vodivost obou přístrojů. Odpor pak ovlivňuje velikost tělesných

segmentů, který je u částí těla s menším obvodem větší (Baumgartner et al. 1989). Oba přístroje využívají mnoho empirických predikčních rovnic s mnohými proměnnými, které mohou být zdrojem nepřesností (Haverkort et al., 2015). Dle Janssena et al. (2000) to může být navíc i určitá chyba jednoho z přístrojů. Studie hodnotící spolehlivost měření BIA uvádějí, že variační koeficienty se pohybují od 1,8 % do 2,9 % (Janssen et al., 2000). Shiffman (2013) se zabýval chybami měření způsobenými nepřesnou vzdáleností mezi elektrodami při čtyřech metodách bioimpedančního měření. Tato studie uvádí, že hodnoty odporu a reaktance byly 4x větší, když byly aktivní elektrody umístěny 2,5 cm od snímacích elektrod.

V současné době existuje mnoho publikací ověřující validitu přístrojů použitých v této práci, avšak publikace, které porovnávají tyto dva přístroje mezi sebou nejsou k dispozici. Lze zmínit pouze práci Lencové (2012), která porovnávala výsledky přístrojů InBody230 a BodyStat QuadScan 4000. Z jejího výzkumu vyplývá, že shoda přístrojů při měření FM, FFM a TBW je vysoká a žádné odchýlení není statisticky významné. BMR nebere vůbec v úvahu. To se shoduje i s touto prací v případě celého souboru.

Prvním omezením výzkumu může být jeho velikost, ale vzhledem k obtížnosti vyhledávání respondentů na měření nebylo možné soubor doplnit. Janssen et al. (2000) uvádí, že co se týče statistické významnosti, svou roli hraje hlavně velikost sledovaného souboru. Pro další výzkum bych tedy doporučovala rozšířit soubor respondentů. Jsem si vědoma, že validita BIA nebyla jednoznačně prokázána, pro další výzkum bych doporučila srovnat měření z těchto přístrojů s referenční metodou měření, např. s přístrojem DEXA. Dalším omezením výzkumu bylo dodržení podmínek respondentů před měřením. I když byly respondenti poučeni o podmínkách před měřením, lze pouze předpokládat, že byly v plné výši splněny.

Druhým cílem práce bylo stanovit výhody a nevýhody přístrojů InBody a Bodystat. K tomuto cíli byla stanovena otázka, jaká jsou pozitiva a negativa měření na přístrojích InBody a Bodystat.

Nedostatkem metody měření tělesného složení pomocí bioimpedančních přístrojů jsou dle Kyle et al. (2004) její standardizace a kvalitní kontrolní postupy. Naopak hlavním pozitivem metody měření tělesného složení pomocí bioimpedančních přístrojů je dle Ceniccola et al. (2018) neinvazivnost, tedy měření je bezpečné pro opakovaná měření.

Pozitivem obou přístrojů je rychlost vyhodnocení dat, což udává i Ceniccola et al. (2018) ve své publikaci.

Hlavní pozitivum InBody370s je velké množství naměřených výsledků, které jsou přehledně shrnuty v *.pdf a velká přesnost srovnatelná s DEXOU. Dalším pozitivem je, že součástí přístroje je digitální váha. Segal et al. (1991), Liao et al. (2020), Mulasi et al. (2015) se shodli s mým tvrzením, že pozitivum InBody370s je v jeho využití více frekvencí při měření, díky kterým může poskytnout odhady ICW a ECW. Naopak negativem je omezená možnost manipulace s přístrojem, nutnost zásuvky a počítače, nemožnost využití přístroje pro nestojícího jedince nebo vysoká pořizovací cena. S vysokou cenou přístroje se neshoduje Ceniccola et al. (2018). Je ale nutné zvážit porovnání ceny s jinými přístroji měřícími tělesné složení a v tomto případě by se mohla zdát cena přístroje oproti jiným metodám cenově dostupná.

Hlavní pozitiva přístroje Bodystat®1500 je snadná manipulace, využití na různých místech díky napájení pomocí baterií, měření bez potřeby počítače a nižší pořizovací cena než u InBody370s. Velkým pozitivem je možnost využití i u ležícího jedince, což zmiňuje ve své publikaci i Więch et al. (2022), a zároveň zdůrazňuje výhodu ležení z důvodu lepšího vyrovnání hladin tekutin. Naopak negativem přístroje Bodystat®1500 je zadávání fyzické aktivity, které může být zkreslené, nutnost zaokrouhlovat výšku na cm, nezohlednění možné asymetrie těla, poloha elektrod, vyhodnocování menšího množství hodnot než InBody370s. Negativem je využívaná technologie SF-BIA, s čímž se ztotožňuje i Segal et al. (1991), Liao et al. (2020), kvůli neposkytnutí odhadů ICW a ECW.

Třetím cílem práce byla analýza jídelníčků vybraných respondentů pro přiblížení jejich nutričního stavu. Polovina respondentů byly ženy a polovina muži. Z nich 5 respondentů mělo sedavé zaměstnání, 1 respondent studoval a pracoval zároveň. 4 respondenti studovali zdravotně sociální školu, což bylo poznat už podle zpracování jejich jídelníčku. 5 respondentů mělo BMI dle WHO nad normu, zároveň mělo těchto 5 respondentů množství FM dle Lohmana (1992) a Tomešové (2021) také nad normou. Obezita je celosvětovým problémem a díky ní roste riziko metabolických onemocnění, kardiovaskulární onemocnění, poruch pohybového aparátu a některých druhů rakoviny (Young et al., 2022). 1 respondent měl průměrný energetický příjem za týden větší něž byla jeho energetická potřeba dle přístrojů, ostatní respondenti měli příjem vždy nižší.

Jeden respondent přijímal téměř totožné množství energie jako byla jeho energetická potřeba naměřená z přístrojů.

Dle společnosti pro výživu (2021) by měl být energetický příjem rozdělen na 3–5 denních jídel bez vynechání snídaně. Toto splňovali většinou všichni respondenti, kromě respondenta 21, který se stravoval většinu týdne pouze 2x denně a snídani měl pouze 1x během týdne. Další výjimkou byl respondent 23, který měl 2x během týdne druhou vysokokalorickou večeři. Young et al. (2022) zmiňuje studie, které ukázaly, že vyšší energetický příjem večer má negativní vliv na metabolické zdraví.

Doporučený trojpoměr je dle Stránského et al. (2019) do 30 % tuků, 10–15 % bílkovin a 55–60 % sacharidů z celkového energetického příjmu za den, což téměř splňoval 1 respondent v průměru za týden. 5 respondentů mělo téměř ideální poměr bílkovin, ostatní měli větší poměrné množství. Wu (2016) zmiňuje, že chronický vysoký příjem bílkovin (> 2 g/kg/den u dospělých) může mít za následek poruchy trávení, ledvin a cév a je třeba se mu vyhnout, naopak pozitivní může být u sportovců (do 2 g/kg/den). Nad 2 g bílkovin denně na kg neměl žádný z respondentů, ale například u respondentky 6, která konzumovala proteinový prášek, ale pohybovou aktivitu neměla skoro žádnou, bylo její navýšení bílkovin nesmyslné. Velké množství bílkovin také konzumoval respondent 23. Ideální poměr tuků dle Stránského et al. (2019) byl pouze u 2 respondentů, většina konzumovala více tuků. Je nutné si uvědomit, že větší množství tuků zvyšuje cholesterol a přispívá ke kardiovaskulárním onemocněním. Ideální poměr sacharidů dle Stránského splňovali průměrně za týden 2 respondenti, všichni ostatní konzumovali pod 55 % sacharidů.

Jídelníček respondentky 5 a respondenta 19 se shodoval s výživovými doporučeními pro dospělé obyvatelstvo České republiky dle společnosti pro výživu (2021). U respondentky 5 by se dalo vytknout pouze větší množství alkoholu během jednoho večera. Respondent 19 měl vyšší BMI, ale byl v režimu snižování hmotnosti a jídelníček měl téměř ukázkový. Ostatní respondenti měli často nedostatek syrové zeleniny, která je zdrojem vlákniny a většina respondentů neměla v jídelníčku zařazeny ořechy a ryby, které jsou zdrojem omega 3 (Stránský et al., 2019). Luštěniny v jídelníčcích také často chyběly. Většina respondentů měla dostatečný pitný režim, pouze 1 respondentka měla nižší pitný režim, než je doporučeno dle Armstronga a Johnsona (2018).

6. ZÁVĚR

Tato práce se zabývala analýzou bioimpedančních přístrojů při měření dospělých jedinců různé hmotnosti, výšky a pohlaví a analýzou jídelníčků vybraných respondentů.

Hlavním cílem bylo popsat a stanovit odchylky měření tělesného složení pomocí bioelektrických impedančních metod mezi přístroji InBody a Bodystat. K tomuto cíli byla stanovena výzkumná otázka, jaké jsou rozdíly v měření mezi přístroji InBody a Bodystat.

Rozdíly mezi přístroji nebyly ve většině případů významné a přístroje se v měření shodovaly. Pouze při analýze celého souboru byl statisticky významný rozdíl mezi přístroji při měření BMR. Po rozdělení souboru dle věku respondentů se významně lišily přístroje při měření BMR. Při rozdělení souboru dle pohlaví respondentů se přístroje významně lišily při měření TBW a BMR.

Druhým cílem bylo stanovit výhody a nevýhody měření na přístrojích InBody a Bodystat. K tomuto cíli byla stanovena otázka, jaká jsou pozitiva a negativa měření na přístrojích InBody a Bodystat.

Oba přístroje mají svá pozitiva a negativa. Z hlediska manipulace a polohy měření převládají pozitiva u přístroje Bodystat®1500. Z hlediska přesnosti a množství vyhodnocených dat převládají pozitiva u InBody370s. Při výběru přístroje je tedy důležité posoudit, jak vysoké požadavky jsou kladeny na přesnost a množství výsledků, zda není jedinec upoutaný na lůžko, zda je potřeba přístroj někam přenést.

Třetím cílem byla analýza jídelníčků vybraných respondentů. Většina jídelníčků se neshodovala s výživovými doporučeními pro dospělé obyvatelstvo České republiky. Většina respondentů nekonzumovala správný poměr makroživin. Hlavním problémem byl nedostatek ryb, luštěnin, ořechů a celozrnných výrobků. Většina respondentů měla dostatečný pitný režim.

Všechny cíle a výzkumné otázky práce byly naplněny. Při plnění cílů a výzkumných otázek bylo složité vyhledávat respondenty z důvodu možnosti měření pouze během pracovního týdne. Také bylo složité najít starší respondenty do výzkumu, neboť se nechtěli vážit a jako důvod uváděli, že se bojí znát svojí tělesnou hmotnost.

Tato práce může být zdrojem cenných informací pro laickou i odbornou veřejnost, která pracuje s přístroji na principu bioelektrické impedance. Je užitečná pro zvýšení povědomí

o tělesném složení. Dále může být použita pro další výzkum k porovnání se zlatým standardem měření tělesného složení a určit tak validitu přístrojů, neboť BIA přístroje jsou nejdostupnější možností určení tělesného složení, ale jejich měření může být ovlivněno mnohými faktory.

7. SEZNAM LITERATURY

1. ACKLAND, T.R. et al., 2012. Current Status of Body Composition Assessment in Sport. *Sports Medicine*. 42, 227–249. DOI: 10.2165/11597140-000000000-00000.

2. ALDOBALI, M., PAL, K., 2021. Bioelectrical Impedance Analysis for Evaluation of Body Composition: A Review. *International Congress of Advanced Technology and Engineering*. 1–10. DOI: 10.1109/ICOTEN52080.2021.9493494.

3. ANDRADE, G.K.P. de, CARVALHO, J.B., NASCIMENTO, L.A. do, RODRIGUES, A.L.C.C., SEVERINE, A.N., 2022. Nutritional assessment team: body composition assessment protocol in hospitalized patients. *Clinical Nutrition Open Science*. 42, 119129. DOI: 10.1016/j.nutos.2022.02.006.

4. ANDREOLI, A., GARACI, F., PIO CAFARELLI, F., GUGLIELMI, G., 2016. Body composition in clinical practice. *European Journal of Radiology*. 85(8), 1461–1468. DOI: 10.1016/j.ejrad.2016.02.005. ISSN 0720-048X.

5. ARMSTRONG, L.E., JOHNSON, E.C., 2018. Water Intake, Water Balance, and the Elusive Daily Water Requirement. *Nutrients*. 10(12), 1928. DOI: 10.3390/nu10121928.

6. BARREA, L. et al., 2022. Phase angle as an easy diagnostic tool for the nutritionist in the evaluation of inflammatory changes during the active stage of a very low-calorie ketogenic diet. *International Journal of Obesity*. 46, 1591–1597. DOI: 10.1038/s41366-022-01152-w.

7. BAUMGARTNER, R.N., CHUMLEA, W.C., ROCHE, A.F., 1989. Estimation of body composition from bioelectric impedance of body segments. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 50(2), 221–226. DOI: 10.1093/ajcn/50.2.221.

8. BORGA, M. et al., 2018. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *Investing Med*. 66, 887–895. DOI: 10.1136/jim-2018-000722.

9. BOSAEUS, I., WILCOX, G., ROTHENBERG, E., STRAUSS, B.J., 2014. Skeletal muscle mass in hospitalized elderly patients: Comparison of measurements by

single-frequency BIA and DXA. *Clinical Nutrition*. 33(3), 426–431. DOI: 10.1016/j.clnu.2013.06.007.

10. CAMPA, F. et al., 2022. Bioelectrical impedance analysis versus reference methods in the assessment of body composition in athletes. *European Journal of Applied Physiology*. 122, 561–589. DOI: 10.1007/s00421-021-04879-y.

11. CENICCOLA, G.D. et al., 2018. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition. Elsevier*. 62, 25–31. DOI: 10.1016/j.nut.2018.11.028.

12. COTOGNI, P., MONGE, T., FADDA, M., DE FRANCESCO, A., 2018. Bioelectrical impedance analysis for monitoring cancer patients receiving chemotherapy and home parenteral nutrition. *BMC Cancer*. 18(990), 1–18. DOI: 10.1186/s12885-018-4904-6.

13. DAVYDOV, D.M., BOEV, A., GORBUNOV, S., 2021. Making the choice between bioelectrical impedance measures for body hydration status assessment. *Scientific Reports*. 11(7685), 76–85. DOI: 10.1038/s41598-021-87253-4.

14. DE LA CRUZ MARCOS, S., DEL RÍO, P.R., DE MATEO SILLERAS, B., 2021. Applications of Bioelectrical Impedance Vector Analysis (BIVA) in the Study of Body Composition in Athletes. *Applied sciences*. 11(21), 1–16. DOI: 10.3390/app11219781.

15. FERGUSON, C.E., LAMBELL, K.J., 2022. Clinimetrics: Bioelectrical Impedance Analysis in Clinical Practice. *Journal of Physiotherapy*. 68(4), 280. DOI: 10.1016/j.jphys.2022.05.007.

16. GEER, E.B., SHEN, W., 2009. Gender differences in insulin resistance, body composition, and energy balance. *Gender Medicine*. 6(1), 60–75. DOI: 10.1016/j.genm.2009.02.002.

17. GONZALEZ, M.C., BARBOSA-SILVA, T.G., BIELEMANN, R.M., GALLAGHER, D., HEYMSFIELD, S.B., 2016. Phase angle and its determinants in healthy subjects: influence of body compositio. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 103(3), 712–716. DOI: 10.3945/ajcn.115.116772.

18. GRIMNES, S., MARTINSEN, Ø.G., 2015. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics*. 3rd edition. Oslo: Elsevier. 584 p. ISBN 978-0-12-411470-8.

19. HAVERKORT, E.B. et al., 2015. Bioelectrical impedance analysis to estimate body composition in surgical and oncological patients: a systematic review. European *Journal of Clinical Nutrition volume*. 69, 3–13. DOI: 10.1038/ejcn.2014.203.

20. HOLMES, C.J., RACETTE, S.B., 2021. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients*. 13(8), 2493. DOI: 10.3390/nu13082493.

21. HRAZDIRA, I., MORNSTEIN, V., 2001. *Lékařská biofyzika a přístrojová technika*. Brno: Neptun. 381 s. ISBN 80-902896-1-4.

22. HRAZDIRA, I., MORNSTEIN, V., ŠKORPÍKOVÁ, J., 2006. *Základy biofyziky a zdravotnické techniky*. Brno: Neptun. 314 s. ISBN 80-86850-01-3.

23. JANSSEN, I., HEYMSFIELD, S.B., BAUMGARTNER, R.N., ROSS, R., 2000. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J. Appl. Physiol. 89(2), 407–864. DOI: 10.1152/jappl.2000.89.2.465.

24. KHALIL, S.F., MOHKTAR, M.S., IBRAHIM, F., 2014. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Biomedical Sensors and Systems*. 14(6), 10895–10928. DOI: 10.3390/s140610895.

25. KIKALOVÁ, K., KOPECKÝ, M., ZEMÁNEK, P., 2014. Hodnoty WHR zjištěné bioimpedanční analýzou (inbody 230) ve srovnání s indexem WHR, který byl určen na základě standardizované antropometrie. *Slovenská antropológia*. 17(1), 85–88. ISSN 1336-5827.

26. KLEINWÄCHTEROVÁ, H., BRÁZDOVÁ, Z., 2001. *Výživový stav člověka a způsoby jeho zjišťování.* 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví. 102 s. ISBN 80-7013-336-8.

27. KOHOUT, P., 2011. Diagnostika malnutrice. In: BRODSKÁ, H., KUŽELA, L., STARNOVSKÁ, T., TLÁSKAL, P. *Dokumentace o hodnocení nutričního stavu pacientů*. Praha: Forsapi, s. 14–21. ISBN 978-80-87250-12-9.

28. KURIYAN, R., 2018. Body composition techniques. *Indian Journal of Medical Research*. 148(5), 648–658. DOI: 10.4103/ijmr.IJMR_1777_18.

29. KUTÁČ, P., 2009. *Základy kinantropometrie*. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy. 87 s. ISBN 978-80-7368-726-7.

30. KYLE, U.G. et al., 2004. Bioelectrical impedance analysis: part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition. Elsevier*, 23(5), 1226–1243. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.06.004.

31. LEE, S.W.Y. et al., 2019. Evaluation of different bioimpedance methods for assessing body composition in Asian non-dialysis chronic kidney disease patients. *Kidney research and clinical practice*. 38(1), 71–80. DOI: 10.23876/j.krcp.18.0069.

32. LEMOSA, T., GALLAGHER, D., 2018. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 24(5), 310–314. DOI: 10.1097/MED.0000000000000360.

33. LENCOVÁ, A., 2012. *Využití bioelektrické impedance pro analýzu lidského těla*. Brno. Diplomová práce. Mendelova univerzita, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin.

34. LIAO, Y.-S. et al., 2020. Comparison of Bioelectrical Impedance Analysis and Dual Energy X-ray Absorptiometry for Total and Segmental Bone Mineral Content with a Three-Compartment Model. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 17(7), 25–95. DOI: 10.3390/ijerph17072595.

35. LING, C.H.Y. et al., 2011. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition*. 30(5), 610–615. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.04.001

36. LOHMAN, T.G., 1992. *Advances in body composition assessment*. U.S.A: Human Kinetics Publishers, 150 s. ISBN 0-87322-327-6.

37. LUY, S.C., DAMPIL, O.A., 2018. Comparison of the Harris-Benedict Equation, Bioelectrical Impedance Analysis, and Indirect Calorimetry for Measurement of Basal Metabolic Rate among Adult Obese Filipino Patients with Prediabetes or Type

2 Diabetes Mellitus. *J ASEAN Fed Endocr Soc*. 33(2), 152–159. DOI: 10.15605/jafes.033.02.07.

38. *Měření tělesného složení – metoda bioelektrické impedance,* 2020. [online]. Vím, co jím. [cit. 2023-2-4]. Dostupné z: https://www.vimcojim.cz/magazin/clanky/o-zdravi/Mereni-telesneho-slozeni---metoda-bioelektricke-impedance__s10012x19564.html

39. MIALICH, M.S., FACCIOLI SICCHIERI, J.M., JORDAO JUNIOR, A.A., 2014. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*. 2(1), 1–10. DOI: 10.12691/ijcn-2-1-1.

40. MOONEN, H.P.F.X., VAN ZANTEN, A.R.H., 2021. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Current Opinion in Critical Care*. 27(4), 344–353. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000840.

41. MULASI, U., KUCHNIA, A.J., COLE, A.J., EARTHMAN, C.P., 2015. Bioimpedance at the Bedside. *Nutrition in Clinical Practice*. 30(4), 589–589. DOI: 10.1177/0884533614568155.

42. MÜLLER, M.J., BRAUN, W., POURHASSAN, M., GEISLER, C., BOSY-WESTPHAL, A., 2015. Application of standards and models in body composition analysis. *Proceedings of the Nutrition Society*. 75(2), 181–187. DOI: 10.1017/S0029665115004206.

43. NARANJO-HERNÁNDEZ, D., REINA-TOSINA, J., MIN, M., 2019. Fundamentals, Recent Advances, and Future Challenges in Bioimpedance Devices for Healthcare Applications. *Journal of Sensors*. 2019, 1–42. DOI: 10.1155/2019/9210258.

44. NICHOLS, J. et al., 2006. Comparison of two bioelectrical impedance analysis instruments for determining body composition in adolescent girls. *Int J Body Compos Res*. 4(4), 153–160. DOI: PMC1905857.

45. NORMAN, K., STOBÄUS, N., PIRLICH, M., BOSY-WESTPHAL, A., 2012. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis e Clinical relevance and

applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*. 31(6), 854–861. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.05.008.

46. RIEGEROVÁ, J., PŘIDALOVÁ, M., ULBRICHOVÁ, M., 2006. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. 3. vydání. Olomouc: Hanex. 262 s. ISBN 8085783525.

47. RIEGEROVÁ, J., ULBRICHOVÁ, M., 1998. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu*. 2. vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého. 185 s. ISBN 80-7067-847-X.

48. SEGAL, K.R. , S., A.C., P. , P., J., J.W. et al., 1991. Estimation of extracellular and total body water by multiple-frequency bioelectrical-impedance measurement. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 54(1), 26–29. DOI: 10.1093/ajcn/54.1.26.

49. SERGI, G., DE RUI, M., STUBBS, B., VERONESE, N., MANZATO, E., 2016. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Springer International Publishing Switzerland*. 29, 591–597. DOI: 10.1007/s40520-016-0622-6.

50. SHIFFMAN, C.A., 2013. Adverse effects of near current-electrode placement in non-invasive bio-impedance measurements. *Physiological Measurement*. 34(11), 1513. DOI: 10.1088/0967-3334/34/11/1513.

51. STRÁNSKÝ, M., PECHAN, L., RADOMSKÁ, V., 2019. *Výživa a dietetika v praxi: Fyziologie a epidemiologie výživy, dietetika*. České Budějovice: Zdravotně sociální fakulta. 298 s. ISBN 978-80-7394-766-8.

52. THIBAULT, R., GENTON, L., PICHARD, C., 2012. Body composition: Why, when and for who?. *Clinical Nutrition*. 31(4), 435–447. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.12.011.

53. TOMEŠOVÁ, J., 2021. Antropometrie a tělesné složení. In: KOHOUT, P. et al. *Klinická výživa*. Praha: Galén, s. 164–174. ISBN 978-80-7492-555-9.WANG, B., TORRIANI, M., 2020. Artificial Intelligence in the Evaluation of Body Composition. *Thieme Medical Publishers*. 24(1), 030–037. DOI: 10.1055/s-0039-3400267.

54. WARD, L.C., MÜLLER, M.J., 2013. Bioelectrical Impedance Analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*. 67(1), S1. DOI: 10.1038/ ejcn.2012.148.

55. WEBER, D.R., LEONARD, M.B., ZEMEL, B.S., 2012. Body Composition Analysis in the Pediatric Population. *Pediatr Endocrinol Rev*. 10(1), 130–139. PMID: 23469390

56. WIĘCH, P., WOŁOSZYN, F., TROJNAR, P., BAZALIŃSKI, D., 2022. Does Body Position Influence Bioelectrical Impedance? An Observational Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 19(16), 9908. DOI: 10.3390/ijerph19169908.

57. WIERDSMA, N., KRUIZENGA, H., STRATTON, R., 2017. *Dietetic pocket guide: Adults*. Netherlands: VU University Press, Amsterdam. 288 p. ISBN 978-90-8659-754–3.

58. WU, G., 2016. Dietary protein intake and human health. *Food & Function*. 7, 1251–1265. DOI: 10.1039/C5FO01530H.

59. YOUNG, I., POOBALAN, A., STEINBECK, K., O'CONNOR, H.T., PARKER, H.M., 2022. Distribution of energy intake across the day and weight loss: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 24(3), e13537. DOI: 10.1111/obr.13537.

60. ZADÁK, Z., KVĚTINA, J., 2011. *Metodologie předklinického a klinického výzkumu: v metabolismu, výživě, imunologii a farmakologii*. Praha: Galén. 333 s. ISBN 978-80-7262-748-6.

61. *ZDRAVÁ TŘINÁCTKA – STRUČNÁ VÝŽIVOVÁ DOPORUČENÍ PRO OBYVATELSTVO*, 2021. [online]. Společnost pro výživu [cit. 2023-4-2]. Dostupné z: https://www.vyzivaspol.cz/zdrava-trinactka-strucna-vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo/

62. ZHANG, Z. et al., 2020. Evaluation of anemia, malnutrition, mineral, and bone disorder for maintenance hemodialysis patients based on bioelectrical impedance vector analysis (BIVA). *Clinical and Experimental Nephrology*. 4, 1162–1176. DOI: 10.1007/s10157-020-01945-1.

8. SEZNAM ZKRATEK

2C model	Two-Compartment model (Dvoukomponentový model)
3C model	Three-Compartment model (Tříkomponentový model)
4C model	Four-Compartment model (Čtyřkomponentový model)
ADP	Air Displacement Plethysmography (Pletysmografie s výtlakem vzduchu)
BCM	Body Cell Mass (Intracelulární buněčná hmota)
BIA	Bioelectrical Impedance Analsysis (Bioelektrická impedanční analýza)
BIS	Bioelectrical Impedance Spectroscopy (Spektroskopická bioimpedanční analýza)
BMI	Body Mass Index (Index tělesné hmotnosti)
BMR	Basal Metabolic Rate (Bazální metabolický výdej)
D_BMR	Odchylky bazálního metabolického výdeje
D_FFM	Odchylky beztukové tělesné tkáně
D_FM	Odchylky tukové tělesné tkáně
D_TBW	Odchylky celkové tělesné vody
DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry (Duální rentgenová absorpcimetrie)
ECW	Extracellular Water (Extracelulární tekutina)
FFM	Fat-Free Mass (Beztuková tělesná tkáň)
FM	Fat Mass (Tuková tělesná tkáň)
ICW	Intracellular Water (Intracelulární tekutina)
LBM	Lean Body Mass (Štíhlá tuková tkáň)
Max	Maximum (Maximální hodnota)

MF-BIA	Multi Frequency Bioelectrical Impedance (Multifrekvenční bioelektrická impedanční analýza)
Min	Minimum (Minimální hodnota)
n	Počet
p	Hladina významnosti
PA	Phase Angle (Fázový úhel)
R	Respondent
SD	Směrodatná odchylka
SF-BIA	Single Frequency Bioelectrical Impedance (Jednofrekvenční bioelektrická impedanční analýza)
TBW	Total Body Water (Celková tělesná voda)
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)

9. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Informovaný souhlas se zpracováním osobních a citlivých údajů 81
Příloha 2 Obrázek měření výšky pomocí výškoměru SECA 213 82
Příloha 3 Obrázek měření tělesného složení na přístroji InBody370s 83
Příloha 4 Obrázek měření tělesného složení na přístroji Bodystat®1500 84
Příloha 5 Obrázek výsledků analýzy z přístroje InBody370s 85
Příloha 6 Výsledky tělesného složení z přístroje Bodystat®1500 86
Příloha 7 Výsledky tělesného složení z přístroje InBody370s 87
Příloha 8 Tabulka specifika přístrojů InBody370s a Bodysat®1500 88

Příloha 1 Informovaný souhlas se zpracováním osobních a citlivých údajů

Informovaný souhlasu ke zpracování osobních a citlivých údajů

Já, níže podepsaný/á

Jméno a příjmení: ....

Datum narození: ....

Bydliště: ....

Kontaktní údaje (e-mail, telefon): ....

pro účely vypracování bakalářské práce na téma „Využití metod bioelektrické impedance ke stanovení tělesného složení“ na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (dále jen **„Bakalářská práce“**)

tímto uděluji

výslovný a svobodný souhlas Karolíně Exnerové, narozené dne 8.4.1999, bytem Husova 48, 46001 Liberec (dále jen **„Správce“**)

aby v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů) a souvisejícími právními předpisy (dále jen „**GDPR**“) zpracovával poskytnuté osobní údaje za **účelem**:

vypracování Bakalářské práce. Zejména pak: jméno a příjmení, datum narození

Beru na vědomí, že poskytnuté osobní údaje budou zpracovávány a archivovány Správcem do doby obhajoby Bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem byl/a Správcem informován/a o všech skutečnostech a okolnostech zpracování osobních údajů, zejména pak totožnosti Správce, účelech zpracování, operacích zpracování, době, po kterou budou osobní údaje uloženy a příjemcích, kterým osobní údaje byly nebo budou zpřístupněny.

A současně jsem srozuměn/a, že součástí je měření, na které jsou potřeba tělesné údaje jako je hmotnost, výška, případně jiné.

Dále prohlašuji jsem byl/a informován/a o právech, které mi GDPR přiznává, především o právu na opravu a výmaz a právu souhlas kdykoli odvolat.

Tento souhlas se zpracováním osobních údajů, udělený v souladu s GDPR, byl udělen jako svobodný a vážný projev vůle, prost jakéhokoliv omylu. Na důkaz toho připojuji svůj vlastnoruční podpis.

V………………….dne……………………

………………………………………
(podpis)

(zdroj: vlastní)

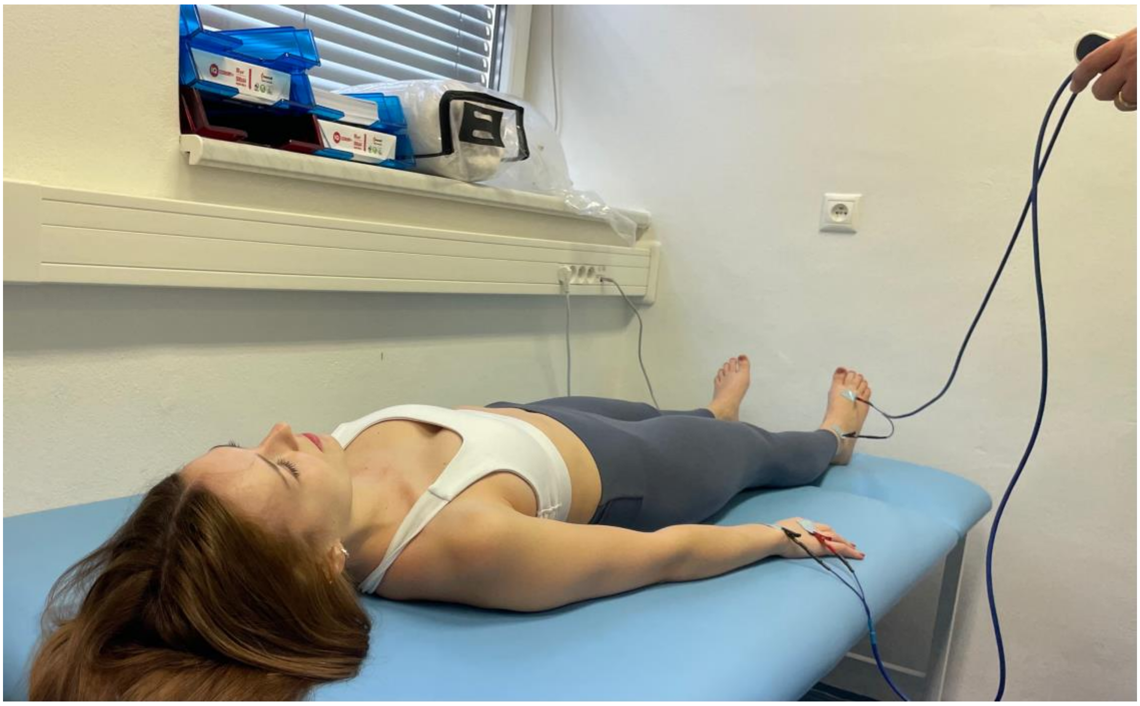
Příloha 2 Obrázek měření výšky pomocí výškoměru SECA 213

(zdroj: vlastní)

Příloha 3 Obrázek měření tělesného složení na přístroji InBody370s

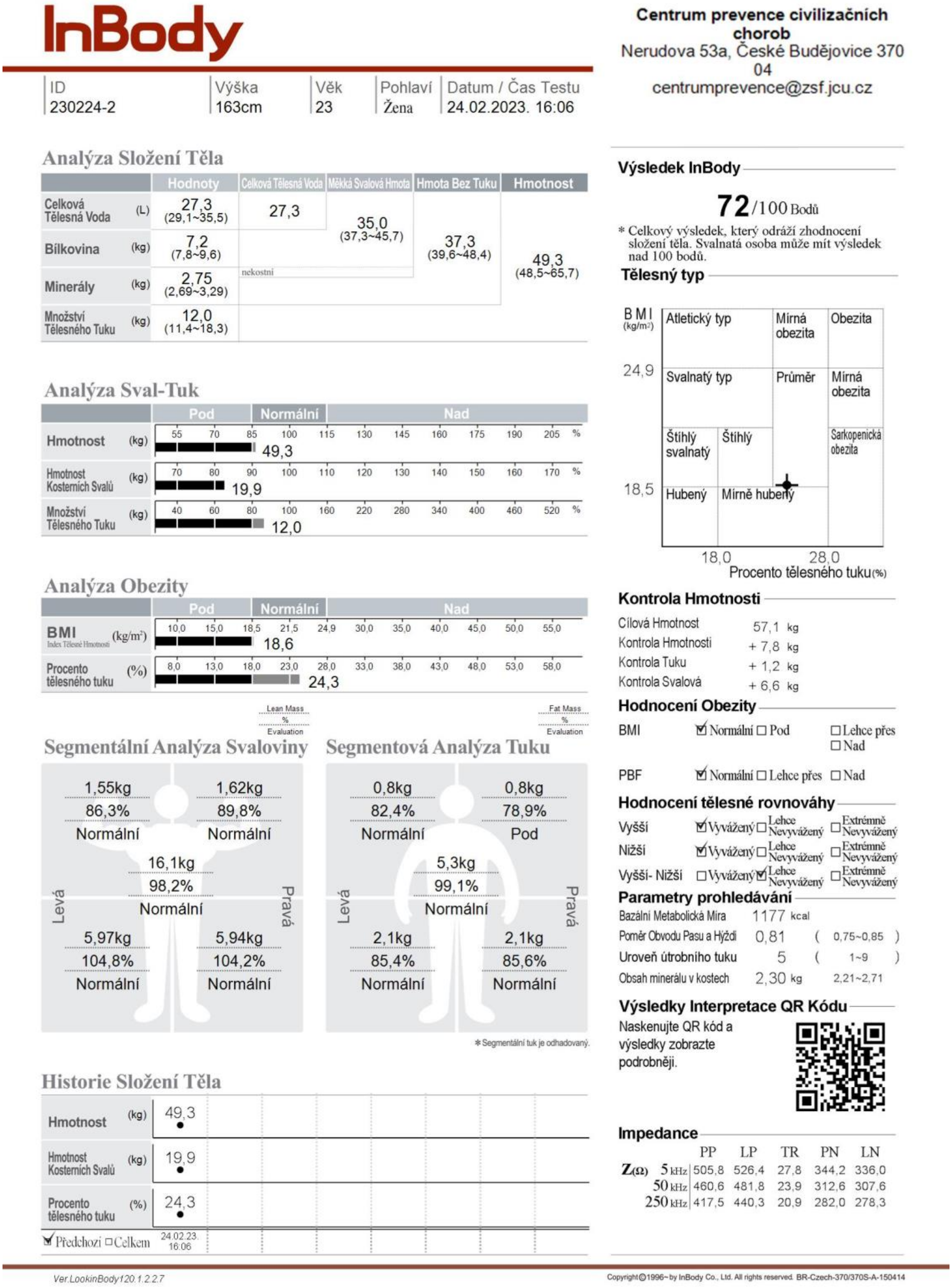
(zdroj: vlastní)

Příloha 4 Obrázek měření tělesného složení na přístroji Bodystat®1500



(zdroj: vlastní)

Příloha 5 Obrázek výsledků analýzy z přístroje InBody370s



InBody

Centrum prevence civilizačních chorob
Nerudova 53a, České Budějovice 370 04
centrumprevence@zsf.jcu.cz

ID	Výška	Věk	Pohlaví	Datum / Čas Testu
230224-2	163cm	23	Žena	24.02.2023. 16:06

Analýza Složení Těla

	Hodnoty	Celková Tělesná Voda	Měkká Svalová Hmota	Hmota Bez Tuku	Hmotnost
Celková Tělesná Voda (L)	27,3 (29,1~35,5)	27,3	35,0 (37,3~45,7)	37,3 (39,6~48,4)	49,3 (48,5~65,7)
Bílkovina (kg)	7,2 (7,8~9,6)				
Minerály (kg)	2,75 (2,69~3,29)	nekostní			
Množství Tělesného Tuku (kg)	12,0 (11,4~18,3)				

Analýza Sval-Tuk

	Pod / Normální / Nad
Hmotnost (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205 % — 49,3
Hmotnost Kosterních Svalů (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 % — 19,9
Množství Tělesného Tuku (kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520 % — 12,0

Analýza Obezity

	Pod / Normální / Nad
BMI (kg/m²) Index Tělesné Hmotnosti	10,0 15,0 18,5 21,5 24,9 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0 — 18,6
Procento tělesného tuku (%)	8,0 13,0 18,0 23,0 28,0 33,0 38,0 43,0 48,0 53,0 58,0 — 24,3

Lean Mass % Evaluation

Segmentální Analýza Svaloviny

	Levá	Pravá
Paže	1,55kg / 86,3% / Normální	1,62kg / 89,8% / Normální
Trup	16,1kg / 98,2% / Normální	
Noha	5,97kg / 104,8% / Normální	5,94kg / 104,2% / Normální

Fat Mass % Evaluation

Segmentová Analýza Tuku

	Levá	Pravá
Paže	0,8kg / 82,4% / Normální	0,8kg / 78,9% / Pod
Trup	5,3kg / 99,1% / Normální	
Noha	2,1kg / 85,4% / Normální	2,1kg / 85,6% / Normální

* Segmentální tuk je odhadovaný.

Historie Složení Těla

Hmotnost (kg)	49,3
Hmotnost Kosterních Svalů (kg)	19,9
Procento tělesného tuku (%)	24,3
☑ Předchozí ☐ Celkem	24.02.23. 16:06

Výsledek InBody

72/100 Bodů

* Celkový výsledek, který odráží zhodnocení složení těla. Svalnatá osoba může mít výsledek nad 100 bodů.

Tělesný typ

BMI (kg/m²)			
24,9	Atletický typ	Mírná obezita	Obezita
18,5	Svalnatý typ	Průměr	Mírná obezita
	Štíhlý svalnatý / Štíhlý		Sarkopenická obezita
	Hubený / Mírně hubený		

Procento tělesného tuku (%): 18,0 28,0

Kontrola Hmotnosti

Cílová Hmotnost	57,1 kg
Kontrola Hmotnosti	+ 7,8 kg
Kontrola Tuku	+ 1,2 kg
Kontrola Svalová	+ 6,6 kg

Hodnocení Obezity

BMI ☑ Normální ☐ Pod ☐ Lehce přes ☐ Nad

PBF ☑ Normální ☐ Lehce přes ☐ Nad

Hodnocení tělesné rovnováhy

Vyšší ☑ Vyvážený ☐ Lehce Nevyvážený ☐ Extrémně Nevyvážený

Nižší ☑ Vyvážený ☐ Lehce Nevyvážený ☐ Extrémně Nevyvážený

Vyšší- Nižší ☐ Vyvážený ☑ Lehce Nevyvážený ☐ Extrémně Nevyvážený

Parametry prohledávání

Bazální Metabolická Míra	1177 kcal	
Poměr Obvodu Pasu a Hýždí	0,81	(0,75~0,85)
Uroveň útrobního tuku	5	(1~9)
Obsah minerálu v kostech	2,30 kg	2,21~2,71

Výsledky Interpretace QR Kódu

Naskenujte QR kód a výsledky zobrazte podrobněji.

Impedance

Z(Ω)	PP	LP	TR	PN	LN
5 kHz	505,8	526,4	27,8	344,2	336,0
50 kHz	460,6	481,8	23,9	312,6	307,6
250 kHz	417,5	440,3	20,9	282,0	278,3

Ver.LookinBody120.1.2.2.7

Copyright©1996~ by InBody Co., Ltd. All rights reserved. BR-Czech-370/370S-A-150414

(zdroj: vlastní)

Příloha 6 Výsledky tělesného složení z přístroje Bodystat®1500

R	Pohlaví	Věk (roky)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	BMI (kg/m^2)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
1	žena	21	68,2	175	22,3	14	54,2	36,4	1737
2	žena	49	65,5	170,7	22,5	16,5	49	36,4	1510
3	žena	21	51,6	161,5	19,8	8,5	43,1	31,2	1470
4	žena	21	66,8	166,5	24,1	18,4	48,4	32,7	1598
5	žena	21	56,6	163	21,3	14	54,2	36,4	1737
6	žena	42	82,6	175,6	26,8	32	50,6	45	1574
7	žena	28	54,3	158,3	21,7	10,1	44,2	34,2	1336
8	žena	23	67,5	155,6	27,9	24,3	43,2	30,4	1473
9	žena	44	88,6	158,5	35,3	39,5	48,9	36,7	1508
10	žena	28	78	173,5	25,9	24,7	53,3	35,8	1716
11	žena	32	51,6	158,5	20,5	13,6	38	28,6	1348
12	žena	53	75	174,2	24,7	27	48	34,5	1488
13	žena	23	49,3	163	18,6	10,1	39,2	28,4	1377
14	žena	50	86,9	173	29,0	31,2	55,7	40,7	1657
15	žena	52	90,8	175,1	29,6	30,8	60	44,8	1752
16	žena	54	63,9	166,5	23,1	20,4	43,5	33	1389
17	muž	26	103,1	189	28,9	19,9	83,2	57	2494
18	muž	22	73,9	183,2	22,0	4,4	69,5	49,4	2115
19	muž	57	91,7	180,5	28,1	19,9	71,8	53,6	2062
20	muž	35	103,7	183,4	30,8	25	78,4	54,4	2361
21	muž	28	63,9	177,6	20,3	5,9	58	42,6	1796
23	muž	25	109,3	187,5	31,1	21,8	87,5	61,1	2613
24	muž	27	95,3	192,2	25,8	13,8	81,5	56,2	2447
25	muž	23	90,3	184,5	26,5	10,8	79,5	55,7	2397
26	muž	19	79,4	176	25,6	13,7	65,7	43,5	2009
27	muž	22	106,3	198,5	27,0	18,7	87,6	58,6	2616
28	muž	30	80,4	180	24,8	13	67,4	46,6	2056
29	muž	31	83,9	187,5	23,9	8,8	75,1	53,3	2270
30	muž	52	110,6	183	33,0	32	78,6	57,1	2234
31	muž	56	94,8	184	28,0	24	70,8	51,1	2037

(zdroj: vlastní)

Příloha 7 Výsledky tělesného složení z přístroje InBody370s

R	Pohlaví	Věk (roky)	Hmotnost (kg)	Výška (cm)	BMI (kg/m^2)	FM (kg)	FFM (kg)	TBW (l)	BMR (kcal)
1	žena	21	68,2	175	22,3	13,8	54,4	39,8	1546
2	žena	49	65,5	170,7	22,5	16,2	49,3	36,3	1434
3	žena	21	51,6	161,5	19,8	8,9	42,7	31,3	1292
4	žena	21	66,8	166,5	24,1	25,3	41,5	30,4	1265
5	žena	21	56,6	163	21,3	10,5	46,1	33,7	1365
6	žena	42	82,6	175,6	26,8	22,5	60,1	44	1667
7	žena	28	54,3	158,3	21,7	9,6	44,7	32,7	1335
8	žena	23	67,5	155,6	27,9	26,9	40,6	29,7	1248
9	žena	44	88,6	158,5	35,3	40,8	47,8	35	1403
10	žena	28	78	173,5	25,9	27,6	50,4	36,7	1459
11	žena	32	51,6	158,5	20,5	14,6	37	27,1	1169
12	žena	53	75	174,2	24,7	26,5	48,5	35,4	1418
13	žena	23	49,3	163	18,6	12	37,3	27,3	1177
14	žena	50	86,9	173	29,0	29,5	57,4	42	1610
15	žena	52	90,8	175,1	29,6	31	59,8	43,9	1661
16	žena	54	63,9	166,5	23,1	18,5	45,4	33,3	1351
17	muž	26	103,1	189	28,9	15,1	88	64,3	2272
18	muž	22	73,9	183,2	22,0	6,3	67,6	49,7	1831
19	muž	57	91,7	180,5	28,1	21,6	70,1	51,6	1883
20	muž	35	103,7	183,4	30,8	30,2	73,5	53,9	1959
21	muž	28	63,9	177,6	20,3	6,4	57,5	42,2	1612
23	muž	25	109,3	187,5	31,1	27,8	81,5	59,8	2130
24	muž	27	95,3	192,2	25,8	17,4	77,9	57,1	2053
25	muž	23	90,3	184,5	26,5	13,3	77	56,3	2033
26	muž	19	79,4	176	25,6	19,2	60,2	44	1671
27	muž	22	106,3	198,5	27,0	15,8	90,5	66,1	2324
28	muž	30	80,4	180	24,8	10,9	69,5	50,8	1870
29	muž	31	83,9	187,5	23,9	10,7	73,2	53,8	1951
30	muž	52	110,6	183	33,0	31,7	78,9	57,8	2075
31	muž	56	94,8	184	28,0	18	76,8	56,4	2028

(zdroj: vlastní)

Příloha 8 Tabulka specifika přístrojů InBody370s a Bodysat®1500

BIA přístroje	**InBody370s**	**Bodystat®1500**
Cena (kč)	220 000 – 250 000	18 000 – 20 000
Frekvence	MF-BIA (5 kHz, 50 kHz, 250 kHz)	SF-BIA (50 kHz)
Způsob měření	segmentální	celotělový
Elektrody	8 dotykových elektrod	4 nalepovací elektrody
Délka měření (s)	15	3
Hmotnost přístroje (kg)	26	cca 2
Rozměry (mm)	522 x 874 x 1059	vejde se do ruky
Napájení	elektřina	baterie
Poloha měření	ve stoje	v leže
Vstupní informace	jméno a příjmení, pohlaví, datum narození, hmotnost, výška	pohlaví, věk, hmotnost, výška, fyzická aktivita
Získaná data	analýza složení těla (TBW, FM, FFM, bílkovina, minerály, měkká svalová hmota), analýza sval-tuk (hmotnost, hmotnost kosterních svalů, množství FM), analýza obezity (BMI, procento FM), segmentální analýza svaloviny a tuku, tělesný typ (hubený, atletický…), kontrola hmotnosti (cílová hmotnost, kontrola hmotnosti, tuku a svalů), hodnocení tělesné rovnováhy, BMR, poměr obvodu pasu a hýždí, útrobní tuk a obsah minerálů v kostech	FM, FFM, FFM bez vody, TBW, BMR, BMI, metabolická potřeba, poměr obvodu pasu a hýždí
Interpretace výsledků	*.pdf	software přístroje
Potřeba počítače	Ano	Ne
Digitální Váha	Ano	Ne

(zdroj: vlastní)