

UNIVERZITA KARLOVA

FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ

KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bioimpedanční spektroskopická analýza kompozice těla v době laktace

Tereza Urbánková

Vedoucí diplomové práce: Doc. PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2020

Poděkování

„Ráda bych poděkovala svému školiteli doc. PharmDr. Miloslavu Hronkovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a za čas, který mi věnoval. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Simoně Najpaverové za pomoc při výzkumu a zpracování dat.“

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové 29. 4. 2020

Tereza Urbánková

1. OBSAH

2.	ABSTRAKT	7
3.	ABSTRACT	8
4.	ÚVOD	9
5.	ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE	10
6.	TEORETICKÁ ČÁST	11
6.1	SLOŽENÍ LIDSKÉHO TĚLA	11
6.1.1	Tuková hmota	11
6.1.2	Tukuprostá hmota	12
6.1.3	Tělesné tekutiny	12
6.2	BIOIMPEDANČNÍ SPEKTROSKOPICKÁ ANALÝZA (BIS)	13
6.2.1	Princip metody	13
6.2.2	Typy BIS	20
6.2.3	Příprava na měření	21
6.2.4	Limity použití BIS	22
6.2.5	Dosavadní využití BIS	22
6.3	TĚLESNÁ KOMPOZICE V DOBĚ LAKTACE	24
6.3.1	Laktace	24
6.3.2	Změny tělesné kompozice po porodu a v době laktace	24
6.3.3	Rozdíly změn kompozice těla u kojících a nekojících žen	27
7.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
7.1	Charakteristika kojících žen zařazených do studie	30
7.2	Metodika	32
7.2.1	Antropometrie	32
7.2.2	Bioimpedanční spektroskopie	33
7.2.3	Odsávání mateřského mléka	37
7.2.4	Statistické zpracování výsledků	37
7.3	Výsledky měření	37
7.4	Korelační analýza	54
8.	DISKUSE	62
9.	ZÁVĚR	65
10.	POUŽITÉ ZKRATKY	66

11. SEZNAM TABULEK	68
12. SEZNAM OBRÁZKŮ	69
13. SEZNAM GRAFŮ.....	70
14. POUŽITÁ LETERATURA.....	71

2. ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo sledovat změny v kompozici těla pomocí bioimpedanční spektroskopie u českých kojících žen ve třech obdobích – 3 týdny po porodu, 3 měsíce a 6 měsíců po porodu.

Do studie bylo zařazeno osm zdravých kojících žen. Při každém vyšetření byly měřeny antropometrické parametry a parametry bioimpedanční spektroskopie pomocí přístroje Body Composition Monitor. Dále bylo provedeno odsátí mateřského mléka.

U sledovaných žen docházelo postupně ke snižování tělesné hmotnosti. Medián poklesu hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením byl 2,2 kg, medián hmotnosti naměřené při vyšetření v 6. měsíci po porodu byl oproti mediánu hmotnosti před graviditou vyšší o 1,3 kg, dvě ze sledovaných žen měly v tomto období hmotnost nižší než před otěhotněním, ostatních šest žen ji mělo vyšší o hodnotu 0,1 kg až 3,1 kg.

Nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v kompozici těla v období laktace. Byl pozorován trend poklesu množství TBW během všech období laktace. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl pozorován trend mírného nárůstu množství ICW, v 6. měsíci hodnoty ICW poklesly. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl pozorován trend nárůstu hodnot LTM a BCM, které k 6. měsíci opět poklesly. Hodnoty FTI, Fat a ATM mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu klesaly a poté k 6. měsíci znovu narostly.

V období 6 měsíců po porodu byly nalezeny pozitivní korelace množství odsátého mateřského mléka s hodnotou LTI ($r = 0,905$; $p = 0,002$), LTM ($r = 0,719$; $p = 0,045$) a BCM ($r = 0,762$; $p = 0,028$).

Studie umožnila popsat pokles tělesné hmotnosti a některé trendy ve změnách v kompozici těla. Dále prokázala korelace mezi množstvím odsátého mateřského mléka a tukuprosté hmoty.

Klíčová slova: bioimpedanční spektroskopická analýza, kompozice těla, laktace

3. ABSTRACT

The aim of the diploma thesis was to cover the changes in body composition by bioimpedance spectroscopy in Czech breastfeeding women during three periods – 3 weeks postpartum, 3 months and 6 months postpartum.

Eight healthy breastfeeding women were involved in the study. At each examination there were measured anthropometric parameters and bioimpedance spectroscopy parameters by the Body Composition Monitor. Breast milk was also extracted during the study.

We observed a gradual decrease in body weight of monitored women. The median weight loss between the first and third examination was 2,2 kg, the median weight in 6 months postpartum was 1,3 kg higher than the median of prepregnancy body weight, two of the women had lower weight 6 months postpartum than before the pregnancy, the body weight of other six women was higher in a scale between 0,1 kg to 3,1 kg.

There were not proven statistically significant differences in body composition during lactation. A trend of decrease of TBW was observed during all lactation periods. A trend of slight increase of ICW was observed between the 3rd week and 3rd month postpartum, and then the decrease of ICW in the 6th month postpartum. An increase of LTM and BCM was measured between the 3rd week and 3rd month postpartum, those values have shown a decrease again in the 6th month postpartum. The FTI, Fat and ATM levels decreased between the 3rd week and 3rd month postpartum to finally increase in 6th month postpartum.

At the period of 6 months postpartum was found positive correlation between the amount of extracted human milk and LTI ($r = 0,905$; $p = 0,002$), LTM ($r = 0,719$; $p = 0,045$) and BCM ($r = 0,762$; $p = 0,028$).

The study has shown the decrease in subjects body weight and some trends of fluctuations in body composition. Results of the research also proved the correlation between amount of the human milk and fat free mass.

Key words: bioimpedance spectroscopic analysis, body composition, lactation

4. ÚVOD

Bioimpedanční spektroskopická analýza (BIS – Bioelectrical Spectroscopy) je metoda založená na rozdílné schopnosti tkání vést elektrický proud v závislosti na hydrataci jejich buněk. Tělesné tekutiny a tkáně s vyšším obsahem vody, jako je svalová tkáň, jsou díky přítomnosti rozpuštěných elektrolytů dobrými vodiči elektrického proudu, naopak tkáně s nižším obsahem vody, jako je tuková tkáň nebo kosti, vedou proud s větším odporem (ELLIS et al., 2000). BIS je schopná predikovat nejenom množství jednotlivých komponent těla – celkové tělesné tekutiny, tukové a tukuprosté hmoty, ale díky měření při širokém spektru frekvencí umožňuje odlišit extracelulární a intracelulární tekutinu. Proudů nižších frekvencí prochází okolo buněk pouze extracelulární tekutinou, naopak proudy vyšších frekvencí prochází i přes buňky intracelulárním prostorem (KYLE et al., 2004).

Bioimpedanční analýza je v současné době jednou z nejčastěji užívaných metod analýzy tělesné kompozice u zdravých jedinců i pro hodnocení zdravotního a nutričního stavu u pacientů s různými onemocněními. Mezi její hlavní výhody patří jednoduchost, rychlost provedení, finanční nenáročnost, bezpečnost a neinvazivita (ELLIS et al., 2000).

Během těhotenství dochází k nárůstu tělesné hmotnosti a četným změnám ve složení těla jako je nárůst množství tělesných tekutin a tukové hmoty. Po porodu postupně dochází ke snižování tělesné hmotnosti společně se změnami množství celkových tělesných tekutin, extracelulární a intracelulární tekutiny, tukové a tukuprosté hmoty. Tyto změny jsou u žen velmi variabilní (BUTTE & HOPKINSON, 1998).

5. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce bylo sledovat změny v kompozici těla pomocí bioimpedanční spektroskopické analýzy u českých kojících žen ve třech obdobích – 3 týdny po porodu, 3 měsíce po porodu a 6 měsíců po porodu a zhodnotit vztahy jednotlivých sledovaných parametrů mezi sebou.

6. TEORETICKÁ ČÁST

6.1 SLOŽENÍ LIDSKÉHO TĚLA

Složení lidského těla můžeme popsat pomocí několika modelů. Nejjednodušším modelem je model dvoukomponentový, který rozděluje lidské tělo na dvě části – na tuk (FM – Fat Mass) a tukuprostou hmotu (FFM – Fat Free Mass). Vedle dvoukomponentového modelu rozlišujeme i modely složitější, jako je tříkomponentový, který dále rozděluje FFM na tělesnou tekutinu a sušinu, která je tvořena bílkovinami a minerálními látkami, tedy svalstvem a kostní tkání, čtyřkomponentový, který rozlišuje tělo na tukovou hmotu, extracelulární tělesnou tekutinu, buňky a minerální látky, nebo vícekomponentový model. Poslední jmenovaný model popisuje složení lidského těla na pěti úrovních – na úrovni atomové, molekulární, buněčné, tkáňově-systémové a celotělové (ELLIS et al., 2000).

Při hodnocení kompozice těla nejčastěji sledujeme množství tukové hmoty, tukuprosté hmoty a tělesných tekutin.

6.1.1 Tuková hmota

Tuková hmota (FM – Fat Mass, ATM – Adipose Tissue Mass) je v lidském těle tvořena dvěma typy tukové tkáně s rozdílnou funkcí. Bílá tuková tkáň se nachází hlavně v podkoží a slouží jako zásobárna energie, mechanická a tepelná izolace. Hnědá tuková tkáň je uložena v oblasti velkých cév a u novorozenců mezi lopatkami a plní termoregulační funkci.

Množství tukové hmoty se mění v průběhu ontogenetického vývoje. U dospělých mužů se průměrné množství tělesného tuku pohybuje okolo 15 %, u žen okolo 23 %. Změny v zastoupení tukové hmoty se začnou nejvíce projevovat v období puberty. Množství tuku je snadno ovlivnitelné životním stylem, výživou a pohybovou aktivitou (RIEGEROVÁ et al., 2006).

Jak vysoké, tak nízké množství tuku je spojeno se zdravotními riziky. Nízké procento tukové hmoty v těle je spojeno s řadou dysfunkcí. Tuk je v těle nezbytný pro řadu fyziologických funkcí, podílí se na tvorbě buněčných membrán, působí jako

prekursor steroidních hormonů, účastní se transportu lipidů a cholesterolu aj. Naopak vyšší zastoupení tukové hmoty a obezita jsou spojovány s kardiovaskulárními, respiračními, ortopedickými a psychosociálními poruchami (RIEGEROVÁ et al., 2006).

6.1.2 Tukuprostá hmota

Tukuprostou hmotu (FFM – Fat Free Mass, LTM – Lean Tissue Mass) tvoří z 60 % svalová tkáň, z 25 % opěrná a pojivová tkáň a z 15 % vnitřní orgány. Poměr složek se mění v závislosti na věku, pohlaví, životním stylu a dalších faktorech (RIEGEROVÁ et al., 2006).

6.1.3 Tělesné tekutiny

Hlavní složku tělesné hmotnosti tvoří tělesné tekutiny. Množství tělesných tekutin je závislé na věku, pohlaví, hmotnosti jedince a dále kolísá dle příjmu a výdeje tekutin. U kojenců tvoří tělesné tekutiny až 85 % celkové tělesné hmotnosti a v průběhu ontogenetického vývoje dochází k jejich poklesu. Průměrné množství celkové tělesné tekutiny u dospělého muže se pohybuje okolo 63 %, u žen okolo 53 % tělesné hmotnosti. Nižší množství tělesných tekutin u žen je způsobeno vyšším zastoupením tukové hmoty v těle. Nejvíce vody se nachází ve svalové tkáni, v kůži, nejméně pak v kostech nebo v tukové tkáni (ROKYTA, 2015).

Celková tělesná voda (TBW – Total Body Water) je tvořena dvěma složkami – intracelulární tekutinou (ICW – Intracellular Water) a extracelulární tekutinou (ECW – Extracellular Water). Intracelulární tekutina se nachází uvnitř buněk, tvoří 2/3 TBW a 40 % tělesné hmotnosti. Extracelulární tekutina se nachází mimo buňky v intersticiu a cévách, tvoří 1/3 TBW a 20 % tělesné hmotnosti (TROJAN, 2003).

6.2 BIOIMPEDANČNÍ SPEKTROSKOPICKÁ ANALÝZA (BIS)

Bioimpedanční spektroskopická analýza (BIS – Bioelectrical Spectroscopy) je jedním z typů bioimpedanční analýzy (BIA – Bioelectrical Impedance Analysis). BIA je v současné době jednou z nejčastěji užívaných metod analýzy tělesné kompozice. Jedná se o metodu založenou na rozdílné vodivosti tkání lidského těla při průchodu elektrického proudu. Mezi její hlavní výhody patří jednoduchost a rychlost provedení, finanční nenáročnost, oproti ostatním metodám analýzy složení těla i přenosnost zařízení, bezpečnost a neinvazivita (ELLIS et al., 2000).

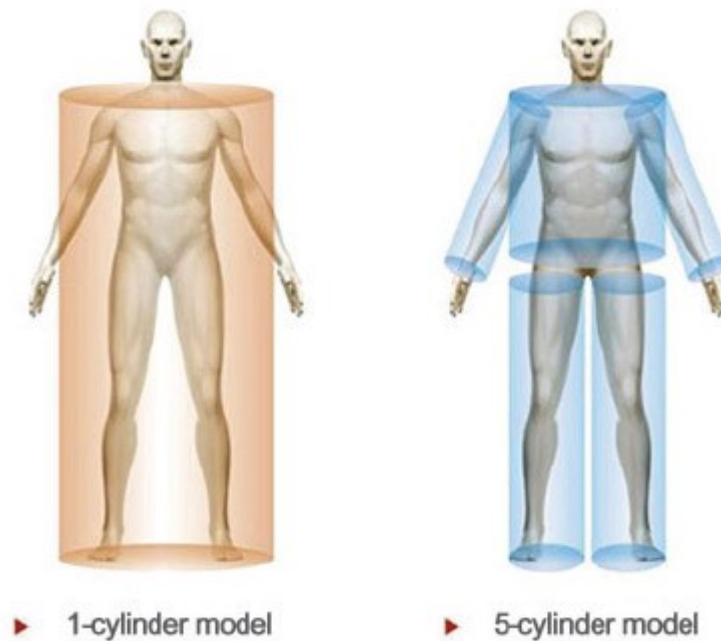
6.2.1 Princip metody

BIA vychází ze schopnosti lidského těla vést elektrický proud. Jednotlivé tkáně mají rozdílnou vodivost elektrického proudu v závislosti na hydrataci jejich buněk. Tělesné tekutiny a tkáně s vyšším obsahem vody, jako je svalová tkáň, jsou díky přítomnosti rozpuštěných elektrolytů dobrými vodiči elektrického proudu, naopak tkáně s nižším obsahem vody, jako je tuková tkáň nebo kosti, vedou proud s větším odporem (ELLIS et al., 2000).

Při měření je ze zařízení do těla pomocí elektrody umístěné na kůži zaveden střídavý elektrický proud o nízké intenzitě (500–800 μA) o jedné nebo více frekvencích. V těle dochází při vedení proudu k poklesu napětí. Změny, ke kterým dochází v lidském organismu při průchodu proudu, jsou zachyceny pomocí druhé měřicí elektrody (MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

Přístroje měří hodnotu rezistence (R) a reaktance (X_c), ze kterých se stanoví hodnota impedance (Z). Pro lepší představení principu BIA si můžeme lidské tělo představit jako systém pomyslných válců, jak je znázorněno na obrázku 1. Válec má danou délku (L) a plochu průřezu (A) viz obrázek 2. Pro každý válec počítáme hodnotu impedance zvlášť. Rezistence homogenního vodivého materiálu je přímo úměrná jeho délce a nepřímo úměrná jeho ploše průřezu (KYLE et al., 2004). Odpor vůči procházejícímu proudu je nepřímo úměrný distribuci TBW a elektrolytů (MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

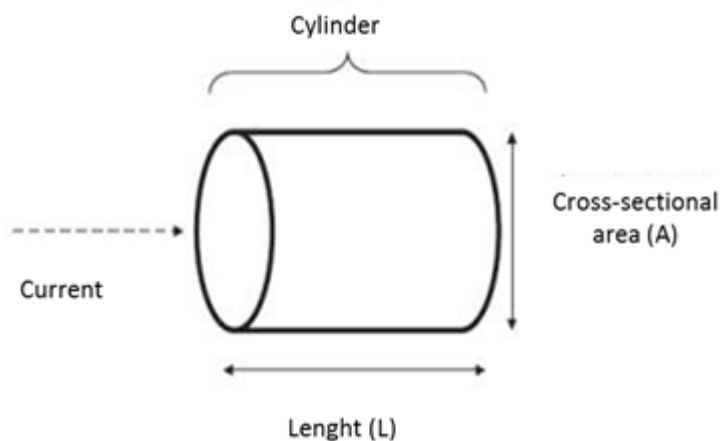
Obrázek 1 Tělo jako systém pomyslných válců



Vysvětlivky: 1-cylinder model – model zobrazující tělo jako jeden válec; 5-cylinder model – model zobrazující tělo jako systém 5 válců; pro každý válec počítáme hodnotu impedance zvlášť

Zdroj: <http://www.inner-image.com/assets/2015/04/cylinders.jpg> (5. 9. 2019)

Obrázek 2 Cylindrický model principu BIA



Vysvětlivky: cylinder – válec; current – elektrický proud procházející válcem; length (L) – délka válce; cross-sectional area (A) – průřezová plocha válce

Zdroj: převzato z KYLE et al., 2004

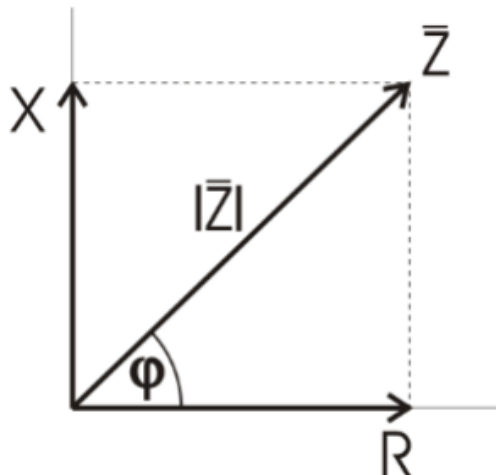
Impedance je odpor kladený střídavému elektrickému proudu. Pro lidské tělo používáme termín bioimpedance (Z). Bioimpedance je veličina tvořená reálnou složkou – rezistencí (R) a imaginární složkou – reaktancí (Xc). Jejich matematický vztah je popsán následující rovnicí (KHALIL et al., 2014).

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

Vysvětlivky: Z – impedance; R – rezistence [Ω]; Xc – reaktance [Ω]

Bioimpedance je vyjádřena jako vektorový součet rezistence a reaktance. Hodnota rezistence se nachází na vodorovné ose a hodnota reaktance na svislé, jak je znázorněno na obrázku 3.

Obrázek 3 Vektor impedance



Vysvětlivky: X – odpor [Ω]; R – rezistence [Ω]; Z – impedance; φ – fázový úhel [°]

Zdroj: převzato a upraveno z

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Impedance_fazor.png

(5. 9. 2019)

Rezistence je definována jako odpor tkání k toku elektrického proudu. Rezistence předmětu je závislá na jeho délce (L), povrchu (A) a odporu (ρ) jeho materiálu. V lidském těle je při měření BIA rezistence odpor tkání k toku elektrického proudu, který je závislý na množství TBW (KHALIL et al., 2014).

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Vysvětlivky: R – rezistence [Ω]; ρ – odpor materiálu [Ωm]; L – délka [m]; A – plocha [m^2]

Reaktance je definována jako schopnost tkání zpomalit elektrický proud a vyvolat fázový posun. Je daná frekvencí proudu (f) a kapacitancí (C). V lidském těle je reaktance dána kapacitancí buněčné membrány. V závislosti na frekvenci elektrického proudu se buněčná membrána díky svému složení může chovat jako rezistor nebo jako kondenzátor. Při nižších frekvencích se membrána chová jako rezistor a proud přes ní neprochází, naopak při vyšších frekvencích se zachová jako kondenzátor a elektrický proud membránou prochází s určitým fázovým posunem (JODAL, 2010).

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

Vysvětlivky: X_c – reaktance [Ω]; f – frekvence [Hz]; C – kapacitance [F]

Tento fázový posun můžeme vyjádřit ve stupních jako tzv. fázový úhel (PA – Phase Angle, φ). Jedná se o úhel mezi vektorem Z a vodorovnou osou viz obrázek 3 výše. Výpočet fázového úhlu je vyjádřen rovnicí:

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X_c}{R} \right)$$

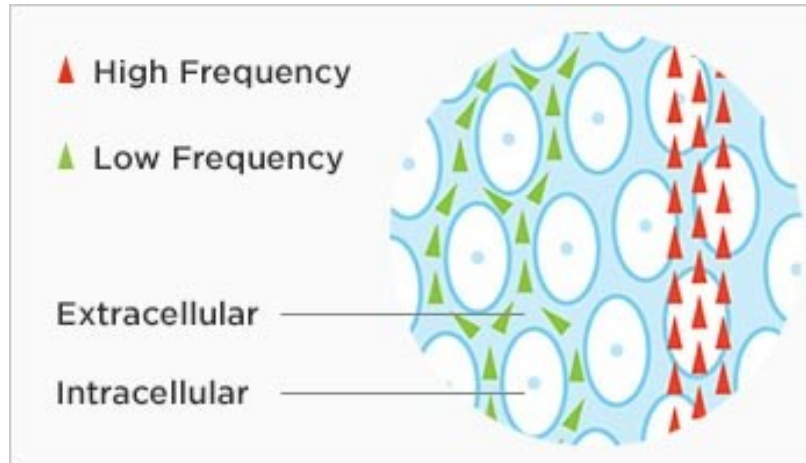
Vysvětlivky: φ – fázový úhel [$^\circ$]; X_c – reaktance [Ω]; R – rezistence [Ω]

Pokud by se v systému nevyskytovaly buněčné membrány (pouze rezistence), nabýval by PA hodnoty 0° , naopak pokud by byly v systému pouze membrány (pouze kapacitance), nabýval by hodnoty 90° . Biologické tkáně jsou směsí rezistence a kapacitance, z tohoto důvodu může fázový úhel teoreticky nabývat hodnot mezi 0° a 90° . Čím jsou hodnoty PA vyšší, tím se předpokládá výskyt většího množství neporušených buněčných membrán a buněčné hmoty (BARBOSA-SILVA et al., 2005). V praxi se využívají především hodnoty PA naměřené při frekvenci 50 kHz, u zdravého člověka se jedná o hodnoty mezi $5\text{--}7^\circ$ (BARBOSA-SILVA et al., 2005).

Oproti jednofrekvenční BIA (SF-BIA – Single Frequency BIA), která využívá při měření pouze jednu frekvenci zpravidla 50 kHz, využívá BIS při měření široké spektrum frekvencí v rozmezí 1–1000 kHz. Právě využití více frekvencí umožňuje odlišit ECW a ICW. Proudů nižších frekvencí prochází okolo buněk pouze ECW, naopak proudy

vyšších frekvencí prochází i přes buňky intracelulárním prostorem, jak je znázorněno na obrázku 4. Díky tomu lze BIS na rozdíl od SF-BIA využít i pro analýzu kompozice těla u stavů s narušenou hydratací (KYLE et al., 2004).

Obrázek 4 Průchod proudu o nízkých a vysokých frekvencích tkáněmi

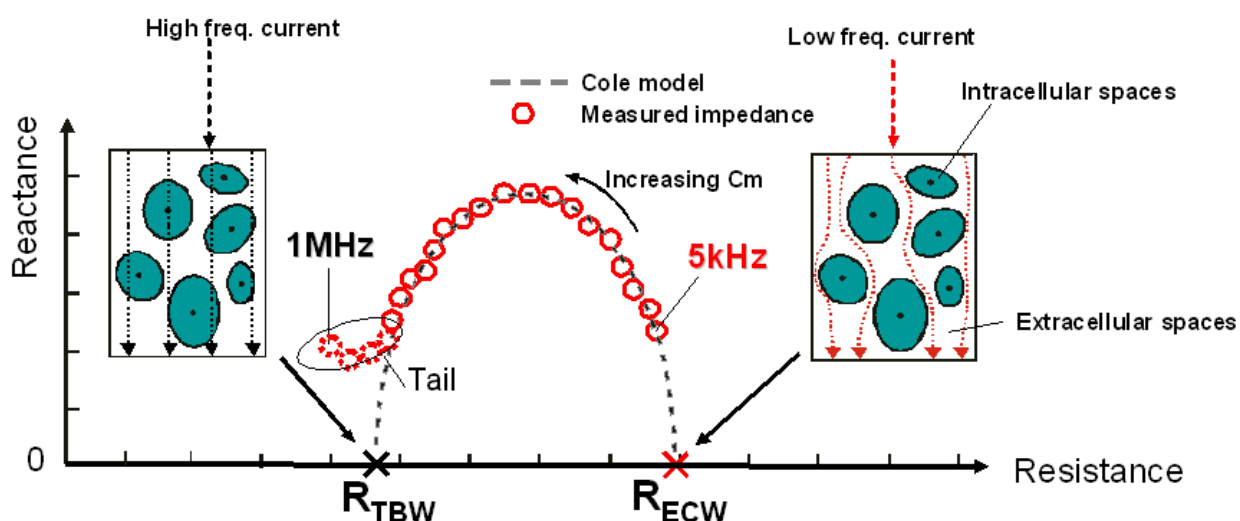


Vysvětlivky: high frequency – proud o vysoké frekvenci; low frequency – proud o nízké frekvenci; extracellular – extracelulární tekutina; intracellular – intracelulární tekutina; elektrický proud o nízké frekvenci prochází okolo buněk pouze ECW, naopak proud o vyšší frekvenci prochází i přes buňky intracelulárním prostorem

Zdroj: <https://www.tanita.com/data/Image/content/howbiaworks/bia-explained-2.jpg?rev=D5AA> (10. 9. 2019)

Pro predikci kompozice těla BIS nevyužívá empirické rovnice jako BIA, ale pracuje s Cole-Cole modelem a Hanaiovou teorií. Cole-Cole model je model elektrických vlastností biologických tkání. Jeho grafické vyjádření je uvedeno na obrázku 5.

Obrázek 5 Cole-cole diagram



Vysvětlivky: reactance – reaktance; resistance – odpor; high freq. current – elektrický proud o vysoké frekvenci; low freq. current – elektrický proud o nízké frekvenci; measured impedance – naměřená impedance; increasing Cm – narůstající hodnota kapacitance; intracellular spaces – intracelulární prostor; extracellular spaces – extracelulární prostor; R_{TBW} – hodnota odporu naměřená při nekonečné frekvenci; R_{ECW} – hodnota odporu naměřená při nulové frekvenci

Zdroj: <https://portal.faf.cuni.cz/getattachment/Groups/Clinical-physiology-of-nutrition-and-metabolism/News/Bioimpedanční-spektroskopie-a-predikce-hodnot-telesne-kompozice.pdf.aspx> (10. 9. 2019)

Při zvyšování frekvence proudu opisuje vektor impedance Z v rovině R/X_c půlkružnici. Výchozím bodem na ose R je hodnota $R_0 - R$ při nulové frekvenci, která charakterizuje rezistivitu ECW. Konečný bod se nachází také na ose R , jedná se o hodnotu $R_{INF} - R$ při velmi vysoké (nekonečné) frekvenci, která charakterizuje rezistenci intracelulární tkáně. Hodnoty R_0 a R_{INF} se pak využívají pro predikci množství ECW a TBW. Další měřenou veličinou je kapacita kondenzátoru, která charakterizuje chování buněčné membrány při průtoku proudu (LOPOT, 2016; LUKASKI, 1996).

Hanaiova teorie pak umožňuje vypočítat množství ECW a ICW podle dále uvedených rovnic (MOISSL et al., 2006). Množství TBW je dáno součtem ECW a ICW.

$$ECW = k_{ECW} F_{ECW}$$

$$F_{ECW} = \left(\frac{Wt^{1/2} Ht^2}{R_{ECW}} \right)^{2/3}$$

Vysvětlivky: ECW – extracelulární tekutina [l]; k_{ECW} – konstanta získaná regresí hodnoty ECW získané pomocí referenční diluční metody proti F_{ECW} ; F_{ECW} – frekvence [Hz]; Wt – hmotnost [kg]; Ht – výška [cm]; R_{ECW} – odpor při nulové frekvenci z Cole-Cole diagramu [Ω]

$$ICW = r_{IE} ECW$$

$$(1 + r_{IE})^{5/2} = r_{LH} [1 + (r_{IE} k_p)]$$

Vysvětlivky: ICW – intracelulární tekutina [l]; ECW – extracelulární tekutina [l]; r_{IE} – poměr ICW k ECW naměřené referenční diluční metodou; r_{LH} – poměr odporu při nulové frekvenci k odporu při nekonečné frekvenci z Cole-Cole diagramu; k_p – konstanta získaná regresí $[(1 + r_{IE})^{5/2}/r_{LH} - 1]$ proti r_{IE}

$$TBW = ECW + ICW$$

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina [l]; ECW – extracelulární tekutina [l]; ICW – intracelulární tekutina [l]

Získané hodnoty množství tělesných tekutin můžeme dále využít při výpočtu množství dalších komponent těla, jako je FFM nebo FM. U normálně hydratovaných jedinců tvoří TBW 73,2 % množství FFM (KHALIL et al., 2014).

$$FFM = \frac{TBW}{0,73}$$

Vysvětlivky: FFM – tukuprostá hmota; TBW – celková tělesná tekutina [l]

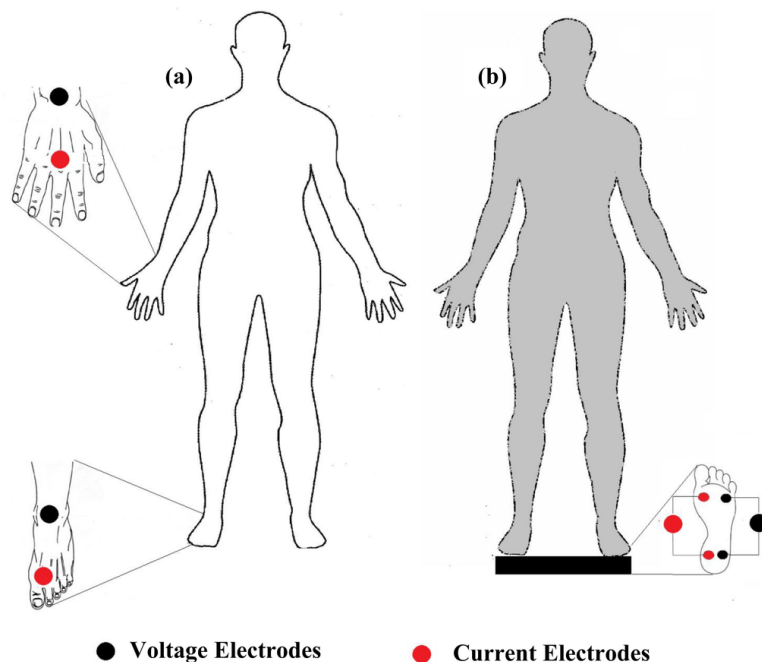
$$FM = Wt - FFM$$

Vysvětlivky: FM – tuková hmota; Wt – celková hmotnost; FFM – tukuprostá hmota

6.2.2 Typy BIS

Pro stanovení kompozice celého lidského těla můžeme využít segmentové nebo celotělové měření. Umístění elektrod u celotělového měření je nejčastěji na ruce a noze, mezi alternativní umístění elektrod pak patří ruka-ruka nebo noha-noha viz obrázek 6.

Obrázek 6 Příklady umístění elektrod při celotělovém BIA měření

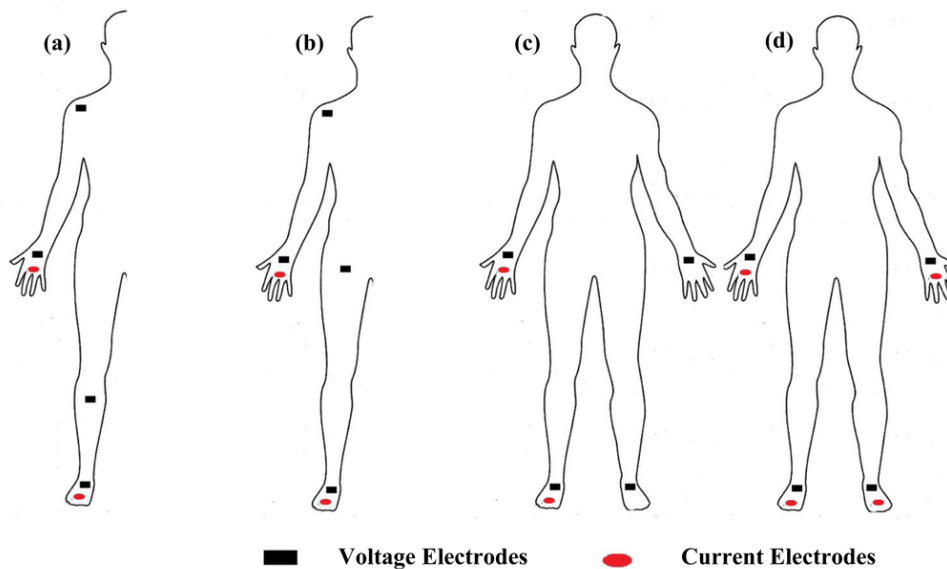


Vysvětlivky: a) umístění elektrod ruka-noha; b) umístění elektrod noha-noha; voltage electrodes – měřící elektrody; current electrodes – elektrody přivádějící elektrický proud do těla

Zdroj: převzato z KHALIL et al., 2014

Druhým způsobem měření je segmentové bioimpedanční měření (SEG-BIA – Segmental BIA), které se využívá pro stanovení kompozice těla pomocí určité části (segmentu) těla. Naměřená impedance hrudníku se na celkově naměřené impedanci podílí pouze 10 %, ačkoliv hmotnost hrudníku tvoří 50 % celkové hmotnosti těla. Končetiny se tedy na celkové impedanci podílejí mnohem více, proto se při SEG-BIA využívá obvykle větší počet elektrod umístěných na končetinách. Umístění elektrod může být různé viz obrázek 7. SEG-BIA se využívá pro určení distribuce tekutin při stavech jako je např. ascites nebo onemocnění ledvin (KYLE et al., 2004).

Obrázek 7 Příklady umístění elektrod při segmentovém BIA měření



Vysvětlivky: voltage electrodes – měřicí elektrody; current electrodes – elektrody přivádějící elektrický proud do těla

Zdroj: převzato z KHALIL et al., 2014

Pro měření se využívají přístroje s různým počtem elektrod. Nejčastěji se jedná o tetrapolární se čtyřmi elektrodami, ale využívají se i systémy dvou elektrod (bipolární) nebo např. osmi elektrod (oktopolární).

6.2.3 Příprava na měření

Po dobu 8 hodin (ev. 4–6 hodin) před vyšetřením by neměla měřená osoba jíst, přijímat tekutiny a konzumovat alkohol (KUSHNER et al., 1996). Konzumace potravy a nápojů 2–4 hodiny před měřením snižuje hodnoty impedance o 4–15 Ω . V den vyšetření by se měla měřená osoba vyhnout fyzické aktivitě, neboť bezprostředně po fyzické aktivitě dochází ke snížení hodnot R až o 3 % a hodnot Xc až o 8 %. Před samotným měřením by mělo dojít k vyprázdnění močového měchýře (KYLE et al, 2004).

Je vhodné, aby měřená osoba setrvala po dobu 5–10 minut před provedením měření v poloze vleže, aby došlo k ustálení distribuce tělesných tekutin. U pacientů upoutaných na lůžko může dojít v důsledku gravitačního posunu k chybám v naměřených hodnotách ECW a tím i TBW až o 1,5 l.

Během měření by měly být z těla sundány kovové předměty a nemělo by docházet ke kontaktu s okolními kovovými předměty (MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

6.2.4 Limity použití BIS

Použití BIA je limitováno pro pacienty s indexem tělesné hmotnosti (BMI – Body Mass Index)¹ v rozmezí 16–34 kg/m². U pacientů s malnutricí, nadváhou a obezitou s BMI mimo toto rozmezí je vyšší výskyt chyby naměřených hodnot (KYLE et al, 2004).

Problematické měření kompozice těla je také u pacientů s narušenou hydratací organismu. Jedná se o stavy dehydratace nebo naopak retence tekutin u edémů, renálního selhání aj. Hydrataci organismu také ovlivňují léčiva jako diuretika, steroidní hormony nebo růstový hormon (KYLE et al, 2004). Z důvodu retence tekutin není vhodné provádět měření u žen před nebo v průběhu menstruace (MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

Měření není vhodné u pacientů s kardiostimulátorem nebo defibrilátorem z důvodu rizika interference s těmito přístroji a změny srdeční aktivity (KYLE et al, 2004; MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

6.2.5 Dosavadní využití BIS

Bioimpedanční analýza a bioimpedanční spektroskopická analýza kompozice těla se využívá u zdravých jedinců i u pacientů s různými onemocněními. Komerčně dostupné přístroje založené na metodě BIA jsou hojně využívány ve sportovních zařízeních nebo poradnách nutričních terapeutů. Sledování změn kompozice těla se také využívá v klinických studiích pro hodnocení zdravotního a nutričního stavu u různých onemocnění.

Hodnocení změn tělesných tekutin v klinických studiích metodou BIS bylo provedeno např. u nemocí jako je selhání ledvin (CHEN et al., 2002; CHAMNEY et al., 2002), u pacientů s gastrointestinálním onemocněním (COX-REIJVEN et al., 2003)

¹ BMI slouží pro posouzení tělesné hmotnosti, je vypočítán jako podíl hmotnosti v kilogramech k druhé mocnině výšky v metrech [kg/m²]

nebo u kriticky nemocných pacientů (PICHLER et al., 2013). Díky schopnosti BIS měřit převodnění má tato metoda široké využití v dialyzační léčbě při sledování stavu hydratace (LOPOT, 2016).

Často sledovaným parametrem je fázový úhel naměřený při frekvenci elektrického proudu 50 kHz. Nízká hodnota PA je spojena s horší prognózou onemocnění (BARBOSA-SILVA et al., 2005). Klinické studie byly provedeny u pacientů s karcinomem plic (GUPTA et al., 2009), karcinomem prsu (GUPTA et al., 2008), kolorektálním karcinomem (GUPTA et al., 2008), infekcí HIV (OTT et al., 1995), chronickým srdečním selháním (COLÍN-RAMÍREZ et al., 2012), chronickou obstrukční plicní nemocí (FAISY et al., 2000), jaterní cirhózou (SELBERG, SELBERG, 2002) nebo u hemodialyzovaných pacientů (MAGGIORE et al., 1996). Hodnota PA se dále využívá pro hodnocení nutričního stavu (KYLE et al., 2013).

6.3 TĚLESNÁ KOMPOZICE V DOBĚ LAKTACE

6.3.1 Laktace

Mateřské mléko představuje pro dítě stravu s ideálním složením, posiluje imunitní systém dítěte, působí jako prevence civilizačních chorob a upevňuje vztah mezi matkou a dítětem. Světová zdravotnická organizace doporučuje plné kojení do 6. měsíce věku dítěte s pokračujícím kojením do 2 let dítěte i déle.

Příprava na kojení probíhá u ženy již během těhotenství. V tomto období dochází pod vlivem progesteronu a estrogenu k růstu a zvětšení mléčné žlázy. Porodem placenty dochází k ukončení působení placentárních hormonů, které tlumí laktaci, a stoupá hladina hormonu prolaktinu. Prolaktin je hormon vylučovaný předním lalokem hypofýzy, který stimuluje produkci mateřského mléka. Tvorba mléka je také ovlivněna sáním mateřského mléka dítětem. K vypuzování mateřského mléka dochází účinkem oxytocinu, hormonu produkovaného zadním hypothalamem, který stimuluje myoepteliální buňky mlékovodů (DORT et al., 2018).

6.3.2 Změny tělesné kompozice po porodu a v době laktace

Během těhotenství dochází k nárůstu tělesné hmotnosti a četným změnám ve složení těla. Tělesná hmotnost narůstá v důsledku vývoje plodu, placenty, nárůstu objemu plodové vody, změn na děloze nebo mléčné žláze. Zvyšuje se také množství tělesných tekutin a tukové hmoty. K největšímu nárůstu tělesných tekutin dochází ve 2. a 3. trimestru s maximem ve 3. trimestru, okolo 40. týdne těhotenství se mohou objevit otoky. Tyto změny v tělesných tekutinách a změny v tukové hmotě souvisí s přípravou těla na samotný porod, kompenzaci krevních ztrát během porodu a s přípravou na laktaci (RASMUSSEN & YAKTINE, 2009).

Po porodu postupně dochází ke snižování tělesné hmotnosti, jen málo žen se však zvládne po porodu vrátit na svoji původní tělesnou hmotnost. Běžný přírůstek hmotnosti v tomto období je 0,5–3 kg (GORE et al., 2003), ale Gunderson et al. (2000) udávají, že až 20 % žen v období 6–18 měsíců po porodu má o 5 kg vyšší tělesnou hmotnost než před otěhotněním. Toto období života ženy můžeme označit za období

s vyšší náchylností k nárůstu tělesné hmotnosti a se zvýšeným rizikem rozvoje nadváhy, obezity a s nimi spojených civilizačních onemocnění jako jsou onemocnění kardiovaskulárního systému nebo diabetes mellitus II. typu (GORE et al., 2003). Poporodní hmotnost je ovlivněna mnoha faktory, jako je hmotnost před otěhotněním, gestační nárůst hmotnosti, parita, etnikum, socioekonomická situace nebo životní styl (NEVILLE et al., 2014). Nejsilnějším určujícím faktorem poporodní hmotnosti a změn ve FM se zdá být gestační nárůst hmotnosti (BUTTE & HOPKINSON, 1998). Dle Gundersona et al. (2000) se riziko rozvoje nadváhy u žen po porodu zvyšuje 2,5–3x při přítomnosti rizikových faktorů jako jsou věk matky nad 24 let, vysoký gestační nárůst hmotnosti, interval od menarche do prvního porodu pod 8 let a menarche v mladém věku pod 12 let (GUNDERSON et al., 2000).

Společně se snižováním hmotnosti po porodu dochází ke snižování množství celkových tělesných tekutin, extracelulární a intracelulární tekutiny a tukové hmoty. Tyto změny jsou u žen velmi variabilní (BUTTE & HOPKINSON, 1998).

U žen před otěhotněním i během těhotenství dochází pod vlivem estrogenu k výraznějšímu ukládání tukové tkáně do oblasti stehen (tzv. gynoidní typ rozložení tuku). Během laktace v důsledku poklesu hladin estrogenů dochází k podpoře ukládání tělesného tuku do horní oblasti těla (tzv. androidní typ), navíc se snižuje aktivita lipoproteinové lipázy a zvyšuje se mobilizace lipidů z oblasti stehen (OTA et al., 2008).

Cho et al. (2011) hodnotili změny v kompozici těla po porodu a poporodní retenci hmotnosti u žen ve 2. dnu, 2. týdnu a 6. týdnu po porodu. Do studie bylo zařazeno 41 zdravých žen a pro hodnocení kompozice těla byla využita metoda multifrekvenční BIA. U sledovaných žen docházelo k postupnému snižování hmotnosti, množství tělesných tekutin (TBW, ECW i ICW) i tukuprosté hmoty. Naopak po porodu došlo k nárůstu tukové hmoty, zvláště pak tuku uloženého viscerálně. Právě zvýšení množství viscerálního tuku může být zodpovědné za udržení poporodní hmotnosti (CHO et al., 2011).

Lukaski et al. (2007) se ve své studii zaměřili na sledování změn v tělesných tekutinách během těhotenství a po porodu. Změny byly hodnoceny pomocí BIA a diluční metody s deuteriem u 15 žen před otěhotněním, během těhotenství a po porodu. Během těhotenství docházelo u žen k nárůstu tělesné hmotnosti

a celkové tělesné tekutiny. Mezi 8. a 10. týdnem po porodu byla hmotnost významně nižší než během třetího trimestru, ale významně vyšší než před otěhotněním. Poporodní hodnoty TBW se nelišily od hodnot naměřených před otěhotněním a během prvního a druhého trimestru. Hodnoty R a Xc se významně snížily během třetího trimestru a po porodu se vrátily zpět k hodnotám před otěhotněním. Fázový úhel se během těhotenství a po porodu významně nezměnil. Délka vektoru impedance se ve třetím trimestru významně snížila ve srovnání s obdobím před těhotenstvím a po porodu významně vzrostla na hodnotu před otěhotněním. Změny v délce vektoru a TBW během těhotenství a po porodu spolu korelovaly – ženy s velikostí vektoru překračující 75 % toleranční interval měly vyšší nárůst TBW během těhotenství v porovnání s ostatními ženami. Autoři prokázali, že impedanční vektory poskytují informaci o stavu hydratace během těhotenství a po porodu. (LUKASKI et al., 2007).

Kompozice těla kojící ženy pravděpodobně souvisí i se složením mateřského mléka. Bzikowska-Jura et al. (2018) sledovali tělesnou kompozici a její vliv na složení mateřského mléka mezi 1. a 6. měsícem po porodu. Kompozice těla byla hodnocena metodou multifrekvenční BIA. V období mezi 1. a 3. měsícem po porodu došlo u sledovaných žen k poklesu tělesné hmotnosti a hodnoty BMI. Hmotnost sledovaných žen v 1. měsíci po porodu uvedená jako průměr \pm směrodatná odchylka byla $64,5 \pm 12,2$ kg (medián 62,3 kg), ve 3. měsíci po porodu $65,1 \pm 13,2$ kg (medián 62,4 kg) a v 6. měsíci po porodu $61,4 \pm 10,0$ kg (medián 59,5 kg). Úbytek hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením byl stanoven na $3,1 \pm 2,2$ kg (medián 2,8 kg). Množství tukové hmoty se mezi 1. a 3. měsícem po porodu neměnilo a jeho pokles byl zaznamenán až při měření v 6. měsíci po porodu. Množství tukuprosté hmoty, kosterní svaloviny a celkové tělesné tekutiny se během sledování výrazně neměnilo. V této studii byly nalezeny pozitivní korelace ve 3. měsíci po porodu mezi množstvím proteinů v mateřském mléce a procentuálním zastoupením tukové hmoty v těle matky, množstvím netučné hmoty a svalové hmoty matky, naopak negativní korelace s procentuálním zastoupením celkové tělesné tekutiny v těle (BZIKOWSKA-JURA et al., 2018).

6.3.3 Rozdíly změn kompozice těla u kojících a nekojících žen

Panuje obecná představa, že kojení má pozitivní vliv na úbytek hmotnosti po porodu, pro potvrzení efektu na hubnutí však není dostatek důkazů.

Neville et al. (2014) se ve své systematické review zaměřili na observační studie hodnotící změny tělesné hmotnosti a kompozice těla u kojících a nekojících žen. Většina těchto studií uvedla malou nebo žádnou souvislost mezi kojením a změnou hmotnosti nebo změnou v kompozici těla, avšak čtyři studie s vysokou metodologickou kvalitou potvrdily pozitivní souvislost mezi kojením a změnou hmotnosti (NEVILLE et al., 2014).

Pozitivní vliv kojení na úbytek hmotnosti nepotvrdily ani Butte a Hopkinson (1998) a stejně tak Elliott et al. ve studii sledující vztah mezi kojením, změnou tělesné hmotnosti a množství tukové hmoty v období 3 měsíců po porodu. Poporodní úbytek hmotnosti ani úbytek tukové hmoty se u kojících a nekojících žen výrazně nelišil. Autoři studie naopak zaznamenali korelaci mezi pregravidním BMI a úbytkem hmotnosti a množstvím tukové hmoty po porodu. Vyšší hodnoty BMI před otěhotněním byly asociovány s menším poporodním úbytkem hmotnosti a vyšším % tělesného tuku (ELLIOTT et al., 2016).

Chou et al. (1999) se zabývali hodnocením změn kompozice těla během období 6. a 12. týdne po porodu. Ve studii bylo sledováno 20 zdravých žen, jejichž kompozice těla byla měřena metodou duální rentgenové absorpciometrie (DEXA – Dual Energy X-Ray Absorptiometry). Úbytek hmotnosti v 6. týdnu po porodu se nelišil mezi kojícími a nekojícími ženami. U nekojících žen byl zaznamenán ve 12. týdnu po porodu výrazně větší úbytek hmotnosti a tukuprosté hmoty než u kojících žen. U obou skupin byl pozorován úbytek obvodu pasu, u nekojících žen navíc i výraznější úbytek obvodu boků a stehen. Obě skupiny žen měly podobný výdej energie, ale u kojících žen byl zaznamenán vyšší příjem kalorií a tuku (CHOU et al., 1999).

Ve studii Ota et al. (2008) byly sledovány změny v množství tukové hmoty během 3. trimestru těhotenství a 1. měsíce po porodu u 49 kojících a nekojících žen metodou multifrekvenční BIA. U nekojících žen pokleslo během 1. měsíce po porodu množství FM v oblasti trupu výrazněji než u kojících žen (OTA et al., 2008).

V další studii To a Wong (2009) sledovali změny v hmotnosti a množství tukové hmoty během těhotenství a 6.–8. měsíce po porodu u primipar a multipar². Do studie bylo zařazeno 104 žen, z toho 55 primipar a 49 multipar. Kompozice těla byla sledována metodou jednofrekvenční BIA. U primipar bylo po porodu zjištěno větší množství tukové hmoty než u multipar, ale poporodní retence hmotnosti se mezi těmito dvěma skupinami významně nelišila. Skupina kojících žen měla v porovnání se skupinou nekojících žen nižší poporodní retenci hmotnosti. Mezi kojícími a nekojícími ženami nebyly pozorovány žádné významné rozdíly v množství tukové hmoty. (TO & WONG, 2009)

Ve studii Sohlström a Forsum (1995) sledovali změny v tukové hmotě u švédských žen před otěhotněním, během těhotenství a v období 2., 6. a 12. měsíce po porodu. Měření proběhlo u 15 žen s využitím metody magnetické rezonance. U žen došlo k nárůstu ATM během těhotenství a jeho následnému poklesu po porodu, avšak sledované ženy měly 12 měsíců po porodu stále vyšší množství ATM v těle než před otěhotněním. Hlavní část tukové hmoty (76 %) byla během těhotenství lokalizována subkutánně, uložena byla především v oblasti trupu, a pokles tukové hmoty během prvního roku po porodu byl způsobem především ztrátou subkutánního tuku. 12 měsíců po porodu měly ženy v porovnání se stavem před otěhotněním více tuku uloženo nesubkutánně než subkutánně (SOHLSTRÖM & FORSUM, 1995).

Brewer et al. (1989) ve studii sledovali 56 žen v období od porodu do 6 měsíců po porodu a hodnotili poporodní úbytek hmotnosti a množství tělesného tuku metodou kaliperace (měření tloušťky kožních řas). Ženy byly rozděleny do tří skupin na plně kojící, nekojící a kombinující kojení a kojeneckou výživu. U všech žen došlo během prvních 6 měsíců po porodu k poklesu tělesné hmotnosti a nebyly pozorovány výrazné rozdíly v poklesu hmotnosti u jednotlivých skupin žen. Vyšší úbytek hmotnosti po porodu byl patrný u matek s nižší hmotností před otěhotněním, vyšší poporodní hmotností a nižší paritou. U nekojících žen došlo k výraznějším poklesu množství tukové hmoty již během prvních třech měsíců po porodu, oproti tomu u plně

² Jako primipara (prvorodička) se označuje žena, která poprvé rodí. Multipara je označení pro ženu, která již rodila vícekrát.

a částečně kojících žen došlo k tomuto poklesu až mezi 3. a 6. měsícem. Při měření kožních řas se projevilo dočasné přerozdělování tělesného tuku. Tloušťka suprailiakální a subskapulární řasy se během sledovaného období snížila, přičemž výraznější pokles byl pozorován u žen plně a částečně kojících. Tloušťka řasy tricepsu se zvýšila a její nárůst byl nejvýraznější u plně kojících žen (BREWER et al., 1989).

Møller et al. (2012) sledovali densitu kostních minerálních látek (BMD – Bone Mineral Density) a kompozici těla u 153 žen v období před těhotenstvím, během těhotenství až do 19. měsíce po porodu. Kontrolní skupinu tvořilo 75 žen ve stejném věku neplánujících těhotenství. Ve srovnání s kontrolní skupinou došlo u sledovaných žen během těhotenství a po porodu k reverznímu úbytku kostní hmoty. 19 měsíců po porodu se densita kostních minerálních látek vrátila na úroveň před otěhotněním nezávisle na délce kojení. Během těhotenství došlo k nárůstu tukové hmoty a po porodu následně k jejímu poklesu. U kojících žen byl v porovnání s nekojícími ženami zaznamenán pomalejší úbytek tukové hmoty (MØLLER et al., 2012).

7. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 *Charakteristika kojících žen zařazených do studie*

Do studie bylo zařazeno osm zdravých kojících žen. Ženy jsme sledovali v období mezi 3. týdnem a 6. měsícem po porodu. Kojící ženy byly vyšetřeny celkem třikrát, poprvé 3 týdny, dále 3 měsíce a 6 měsíců po porodu. Studie probíhala ve spolupráci s Porodnickou a gynekologickou klinikou Fakultní nemocnice v Hradci Králové pod vedením doc. PharmDr. Miloslava Hronka, PhD. Studie byla schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice v Hradci Králové.

Při každém vyšetření byly měřeny antropometrické parametry a parametry bioimpedanční spektroskopie pomocí přístroje Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care AG & Co., Bad Homburg, Německo). Dále bylo provedeno odsátí mateřského mléka. Vyšetření probíhala mezi sedmou a jedenáctou hodinou dopoledne, vždy po dvanáctihodinovém lačnění.

Sledované ženy byly ve věku 24–32 let, průměrný věk žen na začátku studie byl 28 ± 3 roky. Dle hodnocení pregravidního BMI dle klasifikace WHO patřilo šest žen do kategorie s normální tělesnou hmotností (BMI 18,5–24,9) a dvě ženy do kategorie s nadváhou (BMI 25,0–29,9). Všechny ženy byly prvorodičkami. V tabulce 1 jsou uvedeny základní charakteristiky sledovaných žen.

Tabulka 1 Základní charakteristika žen zařazených do studie

									medián	25% percentil	75% percentil
kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH			
věk [roky]	28	29	32	30	29	27	24	25	29	26	30
výška [cm]	169	167	170	167	162	161	160	172	167	161	170
hmotnost před graviditou [kg]	57,0	57,5	80,0	56,0	61,0	70,0	57,5	88,0	59,3	56,8	68,5
NW [kg]	61,6	60,4	62,2	60,4	57,2	56,9	56,3	63,4	60,4	57,1	61,9

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost

7.2 Metodika

7.2.1 Antropometrie

Sledované ženy byly zváženy pomocí kalibrované digitální váhy Body Composition Monitor InnerScan (Tanita Corporation, Tokio, Japonsko). Příklad je vyobrazen na obrázku 8.

Tělesná hmotnost byla měřena u žen ve spodním prádle a naboso. Do přístroje se nastavil věk, výška a pohlaví pacienta. Po zobrazení hodnoty 0 kg na displeji si sledované ženy stouply bosými ploškami nohou na čtyři elektrody na přístroji a bylo provedeno vážení.

Obrázek 8 Příklad přístroje Body Composition Monitor InnerScan (Tanita Corporation)



Zdroj:

<https://www.tanita.com/modules/imageresizer/6fe/fc0/204f87544b/475x475.jpg>

(2. 1. 2020)

Výška žen byla změřena pomocí stadiometru jako vzdálenost mezi patami a nejvyšším bodem temene hlavy tzv. vertexem s přesností na 0,5 cm.

Měření výšky probíhalo ve vzpřímené poloze, naboso, s nohama u sebe a volně visícími horními končetinami.

Výška a hmotnost byly následně využity pro nastavení přístroje BCM a pro výpočet indexu tělesné hmotnosti (BMI – Body Mass Index). BMI byl vypočítán jako podíl hmotnosti v kilogramech k druhé mocnině výšky v metrech.

7.2.2 Bioimpedanční spektroskopie

Bioimpedanční spektroskopická analýza kompozice těla byla u sledovaných žen hodnocena pomocí přístroje BCM – Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care AG & Co., Bad Homburg, Německo). Přístroj BCM pracuje na principu multifrekvenční bioimpedanční spektroskopie. Měření probíhá při 50 frekvencích v rozsahu 5 kHz – 1 MHz. Přístroj je vyobrazen na obrázku 9.

Obrázek 9 Přístroj Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care AG & Co.)



Zdroj:

https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Lindley/publication/283246003/figure/fig1/AS:297190007296001@1447867027485/The-Fresenius-Body-Composition-Monitor-BCM-is-an-example-of-multi-frequency.png (5. 10. 2019)

7.2.2.1 Postup měření

Celotělové tetrapolární bioimpedanční měření bylo provedeno v poloze pacienta vleže na zádech. Pomocí roztoku lihobenzínu se sledovaným ženám odmastila kůže na končetinách stejné strany těla na místech, kam se následně umísťovaly jednorázové elektrody. Dvě elektrody byly umístěny na horní končetinu, dvě na dolní. Proximální elektroda (měřicí) se na ruce umístila dorzálně do místa ohybu zápěstí a na noze na úroveň kotníku, distální elektroda (místo vstupu proudu do těla) se umístila směrem k prstům. Vzdálenost mezi proximálními a distálními elektrodami

na končetinách měla být více než 3 cm. Umístění elektrod na končetinách je vyobrazeno na obrázku 10. K elektrodám byly následně připojeny přes svorky speciální kabely vedoucí k přístroji, černé svorky na proximální elektrody a červené na distální elektrody.

Obrázek 10 Správné umístění elektrod



Zdroj: převzato a upraveno z LOPOT, 2016

Před samotným měřením ženy setrvaly po dobu 3–4 minut v klidu v poloze na zádech, aby došlo ke stabilizaci tělesných tekutin a ke správnému přilnutí elektrod. Po zapnutí přístroje a vložení karty PatientCard byla nastavena výška, hmotnost, věk a pohlaví pacienta. Před samotným měřením bylo zkontrolováno, zda se nevytváří vodivostní mosty mezi končetinami nebo končetinami a trupem. Ideální pozice končetin pak byla taková, kdy paže svíraly s trupem úhel zhruba 30 ° a dolní končetiny úhel 45 ° (MIALICH SAVEGNANO et al., 2014).

V průběhu měření byl na displeji přístroje zobrazený Cole-Cole diagram a hodnocení kvality měření. Po zahájení měření byly výsledky k dispozici do 2 minut a automaticky se uložily na kartu PatientCard, přes kterou lze přenést data do počítače pomocí nástroje Fluid Management Tool. Přístroj BCM také přímo zobrazoval výsledky měření na obrazovce. Po provedení měření následovalo vypnutí přístroje, odpojení svorek a odlepení elektrod z těla.

7.2.2.2 Hodnoty naměřené přístrojem BCM

7.2.2.2.1 Tělesné tekutiny

Celková tělesná tekutina (TBW – Total Body Water, [L]) zahrnuje celkové množství tělesných tekutin, tedy tělesné tekutiny uložené intracelulárně i extracelulárně. U normálně hydratovaných jedinců je cca 70 % TBW součástí tukuprosté hmoty a 20 % TBW součástí tukové hmoty.

Extracelulární tekutina (ECW – Extracellular Water, [L]) vyjadřuje množství tělesných tekutin, které nejsou uloženy uvnitř buněk. Kolem 20 % naměřené ECW je součástí tukové hmoty.

Intracelulární tekutina (ICW – Intracellular Water, [L]) vyjadřuje množství tělesných tekutin, které jsou uloženy uvnitř buněk. Kolem 70 % ICW je součástí tukuprosté hmoty.

Parametr E/I vyjadřuje poměr extracelulární a intracelulární tekutiny. Tato hodnota slouží pro posouzení stavu hydratace organismu. Dle hodnot poměru E/I můžeme pacienty zařadit do tří skupin tzv. E/I class: E/I class +1 vyjadřuje nadbytek ECW, 0 je fyziologická hodnota, -1 nadbytek ICW.

Převodnění (OH – Overhydration, [L]) vyjadřuje přebytek tělesných tekutin. Převodnění je tvořeno téměř výlučně tělesnou tekutinou uloženou extracelulárně, tento nadbytek se může ukládat do tukuprosté hmoty i do tukové hmoty. Pokud je hodnota převodnění negativní, jedná se o stav dehydratace organismu. Dle naměřených hodnot OH můžeme pacienty klasifikovat do tří skupin tzv. OH class. OH class +1 vyjadřuje nadbytek tělesných tekutin, 0 fyziologické hodnoty a -1 stav dehydratace.

7.2.2.2.2 Tukuprostá hmota

Tukuprostá hmota (LTM – Lean Tissue Mass, [kg, %]) je tělesná hmota bez tukové tkáně a převodnění. LTM se udává v kg nebo v % jako podíl LTM k celkové tělesné hmotnosti, tzv. relativní LTM. Tukuprostá hmota označována zkratkou FFM (FFM – Fat Free Mass, [kg]) vyjadřuje tělesnou hmotu bez tukové tkáně včetně nadbytečných tekutin.

Index tukuprosté tkáně (LTI – Lean Tissue Index, [kg/m²]) je vypočítán jako podíl LTM a druhé mocniny výšky v metrech. LTI se využívá pro hodnocení stavu výživy. Dle hodnot LTI můžeme pacienty zařadit do tří skupin tzv. LTI class: LTI class +1 vyjadřuje vyšší hodnoty LTM, 0 je fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty LTM.

Vnitrobuněčná hmota (BCM – Body Cell Mass, [kg]) zahrnuje všechny metabolicky aktivní buňky, tedy buňky, které jsou schopny využívat kyslík a oxidovat sacharidy (RIEGEROVÁ et al., 2006). Hodnota BCM je součástí hodnoty LTM.

7.2.2.2.3 *Tuková hmota*

Bezvodá tuková hmota (Fat, FM – Fat Mass, [kg, %]) vyjadřuje množství tukové tkáně bez vody v ní obsažené. Její množství je vyjádřeno podobně jako u LTM v kg nebo v % jako podíl Fat k celkové tělesné hmotnosti, tzv. relativní Fat.

Tuková hmota (ATM – Adipose Tissue Mass, [kg, %]) vyjadřuje množství tukové tkáně včetně vázané vody. Je vyjádřena v kg nebo v %.

Index tukové hmoty (FTI – Fat Tissue Index, [kg/m²]) je vypočítán jako podíl ATM a druhé mocniny výšky v metrech. Využívá se pro hodnocení stavu výživy. Dle hodnot FTI můžeme pacienty zařadit do tří skupin tzv. FTI class: FTI class +1 vyjadřuje vyšší hodnoty ATM, 0 je fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty ATM.

7.2.2.2.4 *Odporové charakteristiky*

Přístroj BCM měří hodnotu rezistence při nulové frekvenci (R_e , [Ω]), která se využívá pro odhad množství ECW, a hodnotu rezistence při nekonečné frekvenci (R_i , [Ω]), která se využívá pro odhad ICW.

Další měřenou veličinou je kapacitance buněčné membrány (C_m , [nF]). Vysoké hodnoty C_m charakterizují velké zásoby mobilizovatelné energie, nízké hodnoty jsou naopak znakem malnutrice, kdy je narušeno skladování energie v buňkách.

7.2.2.2.5 *Fázový úhel*

Fázový úhel (PA – Phase Angle, [°]) vyjadřuje množství a kvalitu buněčné hmoty. V praxi se využívají především hodnoty PA naměřené při frekvenci 50 kHz. U zdravého člověka nabývá PA při frekvenci 50 kHz hodnot mezi 5–7 °. Čím jsou hodnoty PA vyšší, tím se předpokládá výskyt většího množství neporušených buněčných membrán a buněčné hmoty (BARBOSA-SILVA et al., 2005).

7.2.3 Odsávání mateřského mléka

U kojících žen bylo odsáto mateřské mléko pomocí elektronické odsávačky. Odsání mléka bylo provedeno z prsu, ze kterého žena naposledy nekojila. Množství mléka bylo následně změřeno pomocí odměrného válce.

7.2.4 Statistické zpracování výsledků

Vyhodnocení dat proběhlo pomocí programů Microsoft Excel a IBM SPSS Statistics. Data byla popsána pomocí deskriptivní statistiky. Vzhledem k nenormálnímu rozložení dat byly parametry vyjadřovány pomocí mediánu a percentilů. Dále byla provedena neparametrická párová analýza rozptylu tzv. Friedmanův test, kterým bylo ověřeno, zda se dané hodnoty mezi jednotlivými vyšetřeními statisticky významně mění. Proměnné, u kterých nebylo možné provést Friedmanův párový test z důvodu konstantních dat během jednotlivých vyšetření (např. věk, výška), nejsou uvedeny. Hodnoty byly považovány za statisticky významné na hladině významnosti $p \leq 0,05$. Souvislost jednotlivých parametrů byla hodnocena pomocí neparametrické Spearmanovy korelační analýzy. Korelační matice byla vytvořena zvlášť pro každé ze 3 měření. Hodnoty byly považovány za statisticky významné na hladině významnosti $p \leq 0,05$.

7.3 Výsledky měření

Byly sledovány parametry jako hmotnost, množství tělesných tekutin, tuku, tukuprosté hmoty a odsátého mateřského mléka. V tabulkách 2–8 níže jsou uvedené naměřené hodnoty u jednotlivých žen, mediány a percentily.

Tabulky 2–4 zahrnují základní charakteristiku sledovaných žen – jejich antropometrické parametry během tří vyšetření.

Tabulka 2 Základní charakteristika žen – vyšetření I ve 3 týdnech po porodu

kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH	medián	25% percentil	75% percentil
hmotnost [kg]	67,8	57,1	87,4	63,6	65,6	69,4	61,1	56,8	64,6	59,1	68,6
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	0,8	-0,4	7,4	7,6	4,6	-0,6	3,6	3,8	3,7	0,2	6,0
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	6,2	-3,3	25,2	3,2	8,4	12,5	4,8	-6,6	5,5	0,0	10,5
BMI [kg/m ²]	23,7	20,5	30,2	22,8	25,0	26,8	23,9	19,2	23,8	21,7	25,9
objem odsátého mléka [ml]	48	59	26	25	134	83	36	88	54	31	86

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index

Tabulka 3 Základní charakteristika žen – vyšetření II ve 3 měsících po porodu

kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH	medián	25% percentil	75% percentil
hmotnost [kg]	64,7	57,1	85,0	61,2	65,5	67,0	60,2	54,6	63,0	58,7	66,3
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	-2,3	-0,4	5,0	5,2	4,5	-3,0	2,7	1,6	2,2	-1,4	4,8
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	3,1	-3,3	22,8	0,8	8,3	10,1	3,9	-8,8	3,5	-1,3	9,2
BMI [kg/m²]	22,7	20,5	29,4	21,9	25,0	25,8	23,5	18,5	23,1	21,2	25,4
objem odsátého mléka [ml]	24	26	88	140	99	93	59	158	91	43	120

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index

Tabulka 4 Základní charakteristika žen – vyšetření III v 6 měsících po porodu

									medián	25% percentil	75% percentil
kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH			
hmotnost [kg]	65,6	58,7	83,1	56,1	64,7	68,1	60,1	54,3	62,4	57,4	66,9
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	-1,4	1,2	3,1	0,1	3,7	-1,9	2,6	1,3	1,3	-0,7	2,9
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	4,0	-1,7	20,9	4,3	7,5	11,2	3,8	-9,1	3,9	-3,0	9,4
BMI [kg/m ²]	23,0	21,0	28,8	20,1	24,7	26,3	23,5	18,4	23,3	20,6	25,5
objem odsátého mléka [ml]	24	31	60	21	30	65	53	147	42	27	63

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index

V tabulce 5 jsou výsledky Friedmanova testu pro proměnné sledující základní charakteristiky žen. Proměnné, u kterých můžeme pozorovat statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými měřeními jsou v tabulce zvýrazněny červeným písmem. Jedná se o ty proměnné, kde p -hodnota je nižší než zvolená hladina významnosti $p \leq 0,05$.

Tabulka 5 Výsledky Friedmanova testu pro proměnné sledující základní charakteristiky žen

	testové kritérium	p -hodnota
hmotnost [kg]	8,323	0,016*
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	8,323	0,016*
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	8,323	0,016*
BMI [kg/m ²]	7,517	0,023*
objem odsátého mléka [ml]	3,161	0,206

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index;

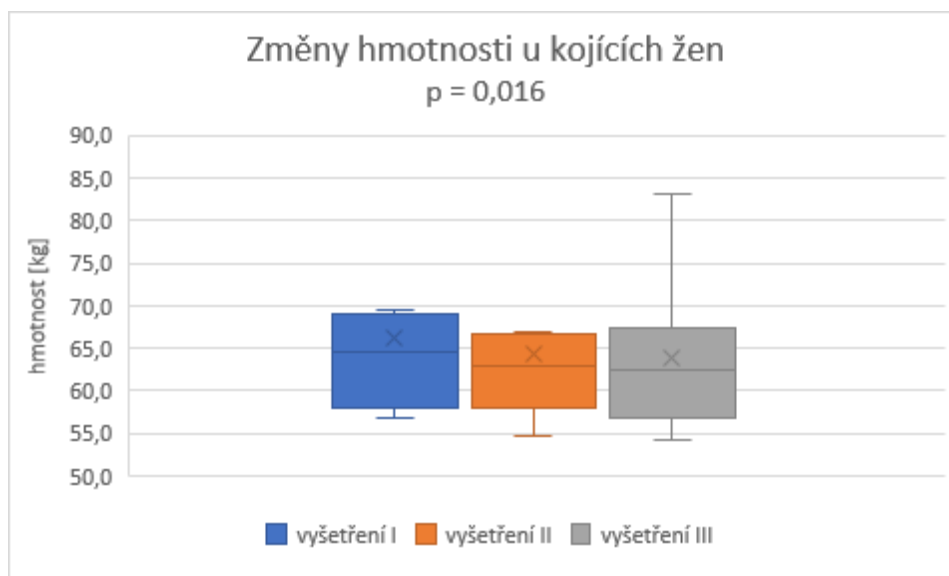
* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$

Po provedení Friedmanova testu mezi jednotlivými obdobími byl prokázán statisticky významný rozdíl u hmotnosti, změny hmotnosti před graviditou vs. v laktaci, rozdílu hmotnosti v laktaci-NW a u hodnoty BMI.

V tabulkách 2–4 jsme zaznamenali postupné snižování hmotnosti u kojících žen. Medián hmotnosti před graviditou u sledovaných žen byl 59,3 kg. V období 3 týdnů po porodu byl medián hmotnosti 64,6 kg a medián změny hmotnosti oproti mediánu hmotnosti před graviditou +3,7 kg. Při druhém vyšetření ve 3. měsíci po porodu byl medián hmotnosti žen 63,0 kg a medián změny oproti mediánu hmotnosti před graviditou +2,2 kg. V období 6 měsíců po porodu byl medián hmotnosti 62,4 kg a medián změny hmotnosti oproti mediánu hmotnosti před graviditou +1,3 kg. Dvě ze sledovaných žen měly při měření v 6. měsíci po porodu hmotnost nižší než před otěhotněním, ostatních šest žen ji mělo vyšší o hodnotu 0,1 kg až 3,1 kg. Medián poklesu hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením byl 2,2 kg. Tyto změny jsou zobrazeny v krabicovém grafu 1.

Graf se skládá z obdélníku, jehož strany jsou tvořeny 75 % a dolním 25 % kvantilem. Dělicí čára uprostřed obdélníků představuje medián, křížek průměr. Tzv. vousky zobrazují minimum a maximum z daných hodnot.

Graf 1 Změny hmotnosti u kojících žen ve sledovaných obdobích



Vysvětlivky: vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

S hmotností souvisí i hodnoty BMI. Dle hodnocení pregravidního BMI patřilo šest žen do kategorie s normální tělesnou hmotností a dvě ženy do kategorie s nadváhou. V období 6. měsíce po porodu patřilo dle BMI šest žen do kategorie s normální tělesnou hmotností, jedna žena do kategorie s nadváhou a jedna žena do kategorie s podváhou.

V tabulkách 6–8 jsou základní statistické charakteristiky za jednotlivá vyšetření pro hodnoty naměřené přístrojem BCM.

Tabulka 6 Složení těla a odporové charakteristiky – vyšetření I ve 3 týdnech po porodu

kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH	medián	25% percentil	75% percentil
TBW [L]	32,2	31,4	40,8	32,4	31,8	33,3	30,1	31,1	32,0	31,3	32,9
ECW [L]	14,1	13,8	18,1	14,8	14,2	15,0	13,4	13,6	14,2	13,7	14,9
ICW [L]	18,0	17,6	22,6	17,6	17,6	18,3	16,7	17,5	17,6	17,6	18,2
E/I	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
E/I class	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,5
OH [L]	-0,4	0,7	-0,4	1,1	0,1	0,4	0,3	0,5	0,4	-0,2	0,6
OH class	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LTI [kg/m ²]	12,8	13,7	15,8	13,1	13,8	14,3	13,4	12,8	13,6	13,0	14,1
LTI class	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
FTI [kg/m ²]	11,1	6,6	14,6	9,3	11,3	12,4	10,4	6,3	10,8	8,0	11,9
FTI class	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
LTM [kg]	36,6	38,1	45,5	36,6	36,1	37,1	34,3	37,9	36,9	36,4	38,0
rel LTM [%]	54,0	66,8	52,1	57,5	55,0	53,5	56,2	66,6	55,6	53,8	62,1
Fat [kg]	23,3	13,5	31,1	19,1	21,7	23,6	19,6	13,6	20,7	16,4	23,5
rel Fat [%]	34,3	23,6	35,6	30,1	33,1	33,9	32,1	24,0	32,6	27,1	34,1
ATM [kg]	31,7	18,4	42,3	26,0	29,5	32,1	26,7	18,5	28,1	22,3	31,9
BCM [kg]	19,8	21,1	26,1	20,0	20,1	20,9	19,0	20,4	20,3	19,9	21,0
Re [Ω]	736,1	687,9	576,4	651,0	662,3	612,6	679,0	749,9	670,7	631,8	712,0
Ri [Ω]	1642,5	1667,3	1179,7	1655,3	1491,9	1385,5	1569,1	1854,8	1605,8	1438,7	1661,3
Cm [nF]	1,4	1,1	2,1	1,4	1,2	1,6	1,2	1,2	1,3	1,2	1,5
PA 50 kHz [°]	6,2	5,7	6,6	5,5	6,3	6,0	5,8	5,9	6,0	5,8	6,3

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; E/I – poměr extracelulární a intracelulární tekutiny; E/I class – klasifikace dle poměru extracelulární a intracelulární tekutiny (+1 nadbytek ECW, 0 fyziologická hodnota, -1 nadbytek ICW); OH – převodnění; OH class – klasifikace dle převodnění (+1 nadbytek tělesných tekutin, 0 fyziologická hodnota, -1 dehydratace); LTI – index tukuprosté tkáně; LTI class – klasifikace dle indexu tukuprosté tkáně (+1 vyšší hodnoty LTM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty LTM); FTI – index tukové hmoty; FTI class – klasifikace dle indexu tukové hmoty (+1 vyšší hodnoty ATM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty ATM); LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel při frekvenci 50 kHz

Tabulka 7 Složení těla žen a odporové charakteristiky – vyšetření II ve 3 měsících po porodu

kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH	medián	25% percentil	75% percentil
TBW [L]	31,5	29,5	52,6	32,1	31,8	32,9	28,9	31,4	31,7	30,5	32,5
ECW [L]	13,5	13,7	17,5	14,1	14,6	14,3	12,8	13,6	13,9	13,6	14,5
ICW [L]	18,0	15,8	35,1	18,0	17,2	18,7	16,1	17,8	17,9	16,7	18,4
E/I	0,8	0,9	0,5	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
E/I class	0	1	-1	0	1	0	0	0	0	0	0,5
OH [L]	-0,7	1,4	-6,7	0,4	0,8	-0,5	-0,1	0,7	0,2	-0,6	0,8
OH class	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
LTI [kg/m ²]	13,0	11,9	28,0	13,7	13,4	14,9	12,9	13,3	13,4	13,0	14,3
LTI class	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FTI [kg/m ²]	9,9	8,1	3,8	8,1	11,3	11,2	10,7	5,0	9,0	6,6	11,0
FTI class	0	0	-1	0	1	1	1	0	0	0	1
LTM [kg]	37,2	33,1	80,9	38,3	35,1	38,7	32,9	39,4	37,8	34,1	39,1
rel LTM [%]	57,5	57,9	95,2	62,5	53,6	57,7	54,7	72,1	57,8	56,1	67,3
Fat [kg]	20,8	16,7	8,1	16,7	21,8	21,3	20,2	10,8	18,5	13,8	21,1
rel Fat [%]	32,2	29,2	9,6	27,2	33,3	31,7	33,6	19,8	30,5	23,5	32,8
ATM [kg]	28,3	22,7	11,1	22,7	29,7	28,9	27,5	14,7	25,1	18,7	28,6
BCM [kg]	20,2	17,5	51,6	21,2	19,4	22,1	18,0	21,5	20,7	18,7	21,8
Re [Ω]	771,5	699,1	598,3	686,0	632,0	654,1	723,8	733,2	692,6	643,1	728,5
Ri [Ω]	1651,9	1958,2	612,2	1600,9	1544,9	1341,4	1649,3	1815,6	1625,1	1443,2	1733,8
Cm [nF]	1,5	0,9	2,1	1,5	1,2	1,7	1,1	1,2	1,4	1,2	1,6
PA 50 kHz [°]	6,2	4,9	9,6	5,8	5,8	6,1	6,0	5,8	5,9	5,8	6,2

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; E/I – poměr extracelulární a intracelulární tekutiny; E/I class – klasifikace dle poměru extracelulární a intracelulární tekutiny (+1 nadbytek ECW, 0 fyziologická hodnota, -1 nadbytek ICW); OH – převodnění; OH class – klasifikace dle převodnění (+1 nadbytek tělesných tekutin, 0 fyziologická hodnota, -1 dehydratace); LTI – index tukuprosté tkáně; LTI class – klasifikace dle indexu tukuprosté tkáně (+1 vyšší hodnoty LTM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty LTM); FTI – index tukové hmoty; FTI class – klasifikace dle indexu tukové hmoty (+1 vyšší hodnoty ATM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty ATM); LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel při frekvenci 50 kHz

Tabulka 8 Složení těla žen a odporové charakteristiky – vyšetření III v 6 měsících po porodu

kojící žena	GL	HP	KK	KP	NA	LK	NL	PH	medián	25% percentil	75% percentil
TBW [L]	31,7	30,5	38,2	29,5	31,3	33,3	29,4	32,2	31,4	30,0	32,8
ECW [L]	14,1	13,2	16,9	13,6	14,3	14,6	13,1	13,8	14,0	13,4	14,5
ICW [L]	17,6	17,3	21,3	15,9	16,8	18,8	16,3	18,4	17,5	16,6	18,6
E/I	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
E/I class	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0,5
OH [L]	0,0	-0,1	-0,6	1,4	0,8	-0,2	0,2	0,6	0,1	-0,2	0,7
OH class	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LTI [kg/m ²]	12,6	13,2	14,7	12,0	12,9	14,9	13,1	13,9	13,2	12,8	14,3
LTI class	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
FTI [kg/m ²]	10,4	7,9	14,3	7,6	11,5	11,5	10,4	4,3	10,4	7,8	11,5
FTI class	0	0	1	0	1	1	0	-1	0	0	1
LTM [kg]	36,0	36,8	42,5	33,5	33,9	38,7	33,5	41,1	36,4	33,7	39,9
rel LTM [%]	54,8	62,7	51,2	59,7	52,4	56,9	55,7	75,7	56,3	53,6	61,2
Fat [kg]	21,9	16,2	30,4	15,6	22,1	21,9	19,6	9,3	20,8	15,9	22,0
rel Fat [%]	33,3	27,7	36,5	27,8	34,2	32,1	32,6	17,2	32,4	27,8	33,8
ATM [kg]	29,8	22,1	41,3	21,2	30,1	29,8	26,6	12,7	28,2	21,7	30,0
BCM [kg]	19,3	20,1	23,9	17,8	18,5	22,1	18,4	22,7	19,7	18,5	22,4
Re [Ω]	732,0	748,3	626,1	695,5	646,9	636,6	699,8	717,7	697,7	641,8	724,9
Ri [Ω]	1708,0	1700,4	1294,1	1951,5	1611,8	1330,8	1626,1	1733,1	1663,3	1471,3	1720,6
Cm [nF]	1,4	1,4	2,0	1,1	1,1	1,8	1,1	1,3	1,4	1,1	1,6
PA 50 kHz [°]	5,9	6,0	6,5	5,2	5,8	6,1	6,1	5,9	6,0	5,9	6,1

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; E/I – poměr extracelulární a intracelulární tekutiny; E/I class – klasifikace dle poměru extracelulární a intracelulární tekutiny (+1 nadbytek ECW, 0 fyziologická hodnota, -1 nadbytek ICW); OH – převodnění; OH class – klasifikace dle převodnění (+1 nadbytek tělesných tekutin, 0 fyziologická hodnota, -1 dehydratace); LTI – index tukuprosté tkáně; LTI class – klasifikace dle indexu tukuprosté tkáně (+1 vyšší hodnoty LTM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty LTM); FTI – index tukové hmoty; FTI class – klasifikace dle indexu tukové hmoty (+1 vyšší hodnoty ATM, 0 fyziologická hodnota, -1 nižší hodnoty ATM); LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel při frekvenci 50 kHz

Na proměnných naměřených přístrojem BCM byl stejně jako u předchozích proměnných proveden Friedmanův test na ověření hypotézy, zda jsou statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými měřeními. Výsledná testová kritéria a příslušné p -hodnoty vidíme v tabulce 9. U proměnných neexistují statisticky významné rozdíly.

Tabulka 9 Výsledky Friedmanova testu pro proměnné z BCM

	testové kritérium	p -hodnota
TBW [L]	3,267	0,195
ECW [L]	3,267	0,195
ICW [L]	0,839	0,657
E/I	3,161	0,206
E/I class	0,400	0,819
OH [L]	1,226	0,542
OH class	0,667	0,717
LTM [kg]	1,226	0,542
rel LTM [%]	0,750	0,687
LTI [kg/m ²]	1,226	0,542
LTI class	0,667	0,717
Fat [kg]	1,226	0,542
rel Fat [%]	0,750	0,687
ATM [kg]	1,750	0,417
FTI [kg/m ²]	1,800	0,407
FTI class	0,667	0,717
BCM [kg]	1,226	0,542
Re [Ω]	1,750	0,417
Ri [Ω]	1,000	0,607
Cm [nF]	0,839	0,657
PA 50 kHz [°]	0,250	0,882

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; E/I – poměr extracelulární a intracelulární tekutiny; OH – převodnění; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota;

Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci;

Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel;

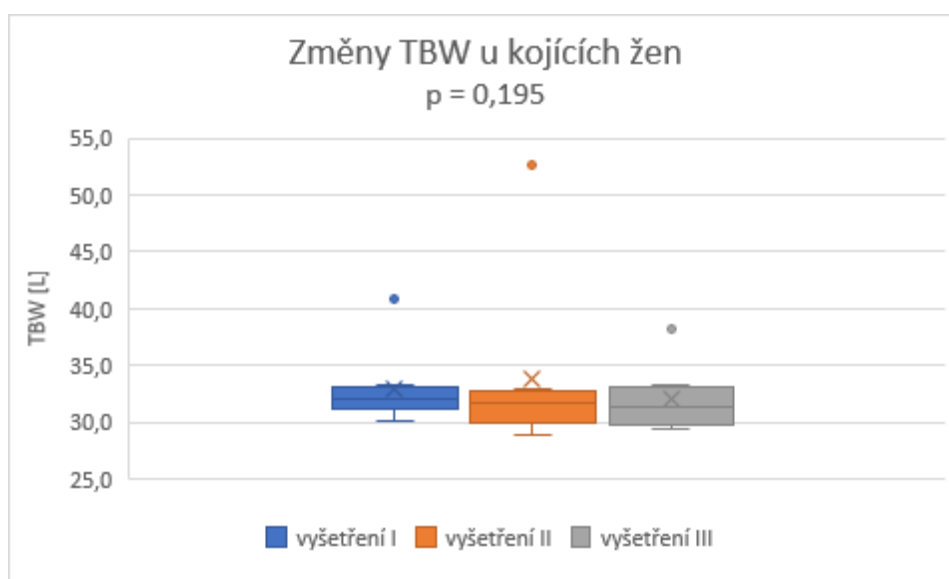
* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$

Z tabulky 9 vyplývá, že nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v kompozici těla v období po porodu a během kojení. V tabulkách 6–8 byly pozorovány některé trendy ve změně kompozice těla. Množství TBW po celé období kojení klesalo. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl u kojících žen pozorován trend mírného nárůstu množství ICW, kdy v 6. měsíci hodnoty ICW poklesly.

Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl také zaznamenán trend v nárůstu hodnot LTM a BCM, které k 6. měsíci po porodu opět poklesly. Naopak u hodnoty FTI, Fat a ATM mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu klesaly a poté k 6. měsíci po porodu znovu narostly.

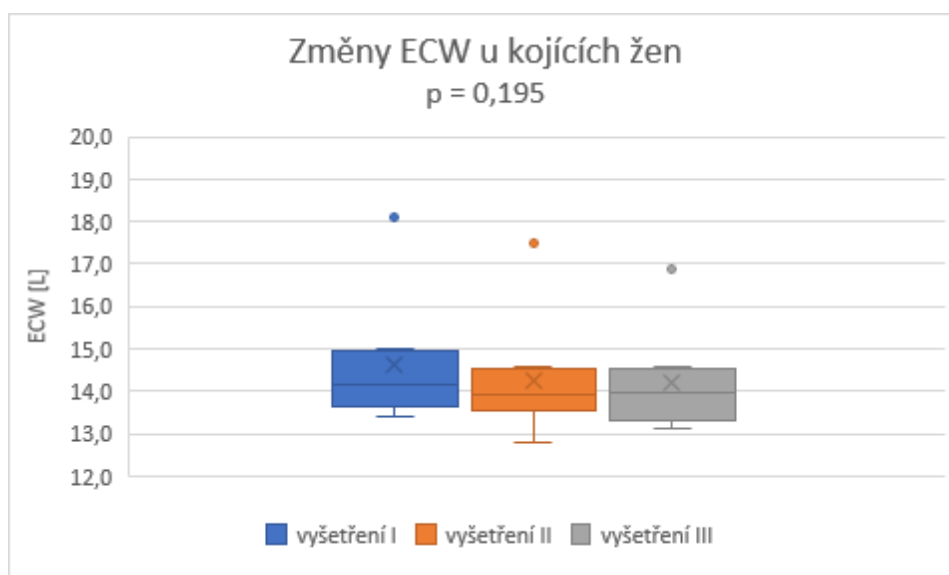
Krabicové grafy 2–8 znázorňují hodnoty kompozice těla naměřené přístrojem BCM. V grafech byly použity hodnoty uvedené v tabulkách 6–8.

Graf 2 Změny TBW u kojících žen ve sledovaných obdobích



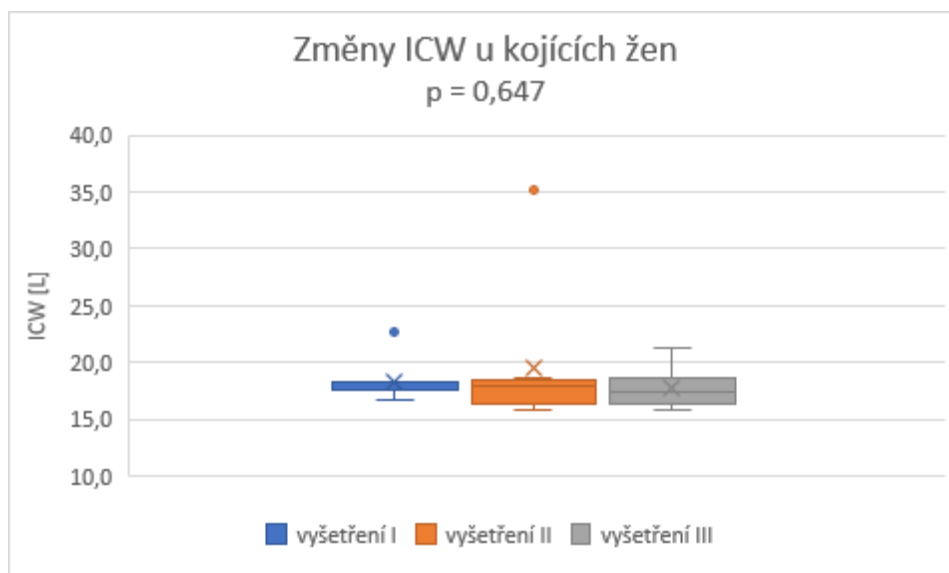
Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 3 Změny ECW u kojících žen ve sledovaných obdobích



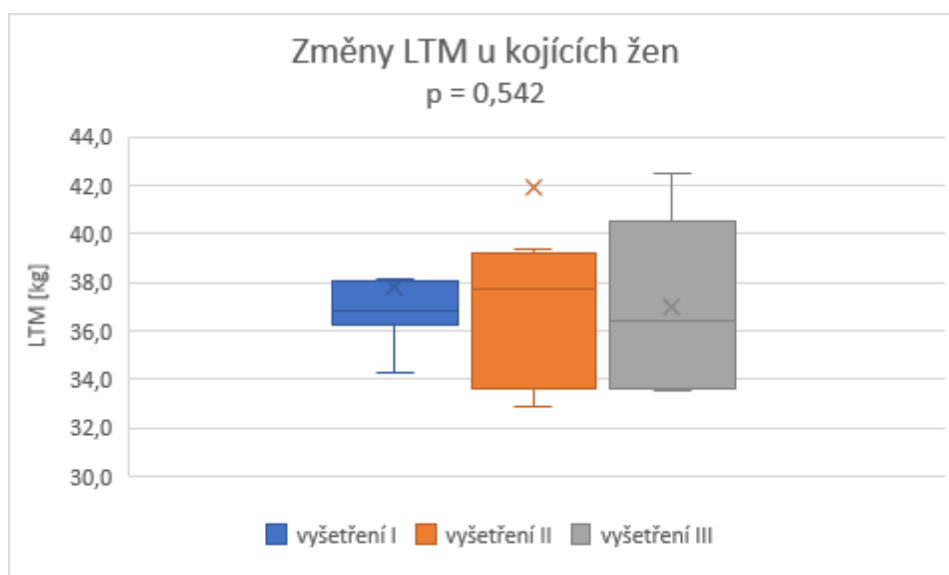
Vysvětlivky: ECW – extracelulární tekutina; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 4 Změny ICW u kojících žen ve sledovaných obdobích



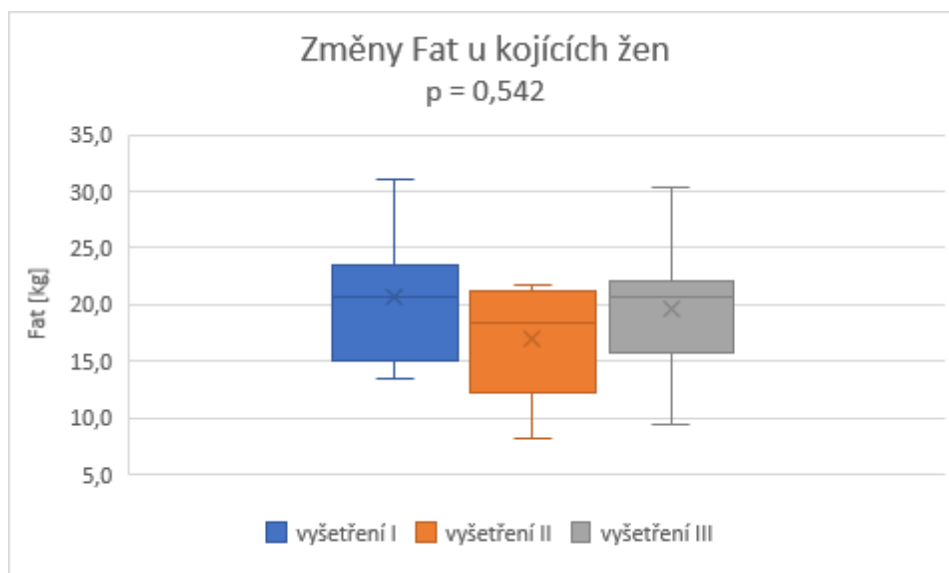
Vysvětlivky: ICW – intracelulární tekutina; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 5 Změny LTM u kojících žen ve sledovaných obdobích



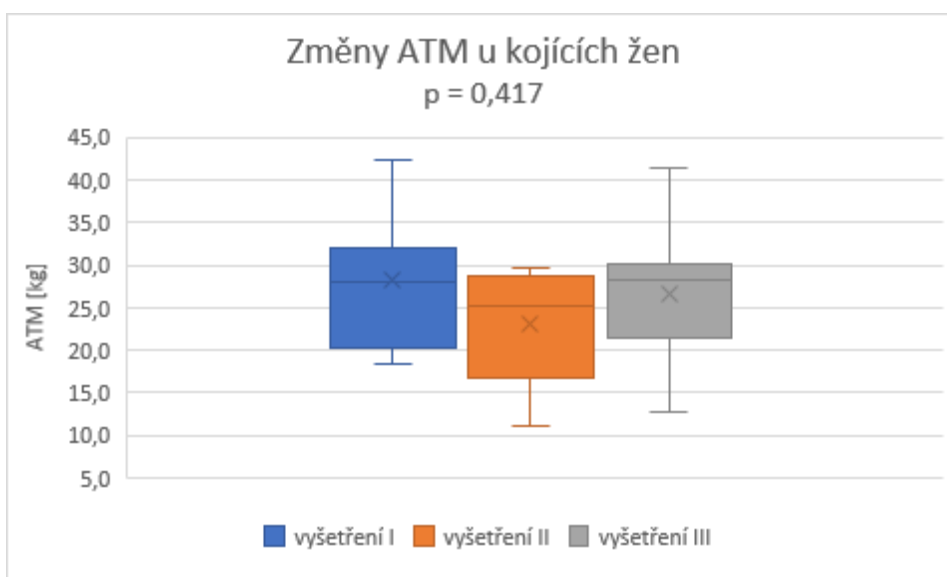
Vysvětlivky: LTM – tukuprostá hmota; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 6 Změny Fat u kojících žen ve sledovaných obdobích



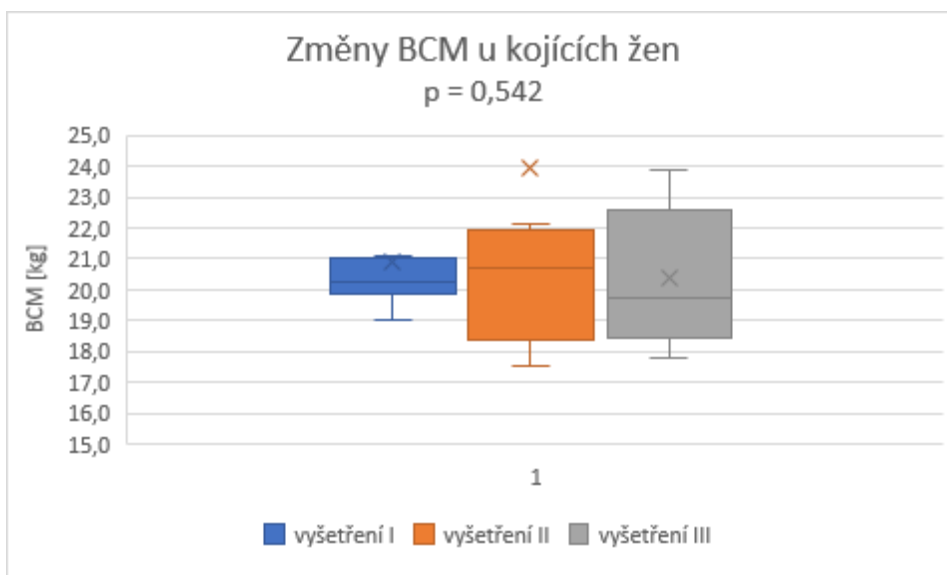
Vysvětlivky: Fat – bezvodá tuková hmota; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 7 Změny ATM u kojících žen ve sledovaných obdobích



Vysvětlivky: ATM – tuková hmota; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

Graf 8 Změny BCM u kojících žen ve sledovaných obdobích



Vysvětlivky: BCM – vnitrobuněčná hmota; vyšetření I – ve 3 týdnech po porodu; vyšetření II – ve 3 měsících po porodu; vyšetření III – v 6 měsících po porodu

7.4 Korelační analýza

V tabulkách 10–15 jsou uvedeny vzájemné souvislosti mezi vybranými parametry, tj. korelace jednotlivých vybraných komponent těla navzájem, jejich korelace s odporovými charakteristikami, dále s věkem, hmotností, změnou hmotnosti před graviditou vs. v laktaci, rozdílem hmotnosti v laktaci a NW, s BMI a objemem odstátého mateřského mléka.

Korelační koeficient, kde existuje statisticky významná korelace, je označen * pokud se jedná o statistickou významnost na hladině významnosti $p \leq 0,05$, ** pro hladinu významnosti $p \leq 0,01$.

Tabulka 10 Korelace u vyšetření I ve 3 týdnech po porodu – základní charakteristika a kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
věk [roky]	0,683	0,719*	0,589	0,422	0,335	0,434	0,216	0,216	0,491
objem odsátého mléka [ml]	-0,333	-0,238	-0,171	0,012	-0,095	-0,060	-0,143	-0,143	0,143
hmotnost před graviditou [kg]	0,695	0,671	0,847**	0,699	0,934**	0,217	0,898**	0,898**	0,359
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	0,190	0,262	-0,073	-0,024	0,024	-0,060	0,024	0,024	-0,071
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	0,714*	0,738*	0,756*	0,743*	1,000*	0,024	0,952**	0,952**	0,238
výška [cm]	0,180	0,108	0,221	-0,313	-0,228	0,657	-0,072	-0,072	0,383
hmotnost [kg]	0,857*	0,833*	0,878**	0,611	0,952**	0,120	0,952**	0,952**	0,238
NW [kg]	0,180	0,108	0,221	-0,313	-0,228	0,657	-0,072	-0,072	0,383
BMI [kg/m ²]	0,619	0,667	0,634	0,802*	0,976**	-0,036	0,905**	0,905**	0,214

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index; TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Tabulka 11 Korelace u vyšetření I ve 3 týdnech po porodu – kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
TBW [L]	/	0,976**	0,927**	0,539	0,714*	0,419	0,714*	0,714*	0,476
ECW [L]	0,976**	/	0,878**	0,647	0,738*	0,383	0,690	0,690	0,524
ICW [L]	0,927**	0,878**	/	0,565	0,756*	0,515	0,756*	0,756*	0,561
OH [L]	-0,252	-0,216	-0,442	-0,259	-0,707	0,078	-0,766*	-0,766*	0,048
LTI [kg/m ²]	0,539	0,647	0,565	/	0,743*	0,307	0,551	0,551	0,635
FTI [kg/m ²]	0,714*	0,739*	0,635	0,743*	/	0,024	0,952**	0,952**	0,238
LTM [kg]	0,419	0,383	0,515	0,307	0,024	/	0,036	0,036	0,898**
rel LTM [%]	-0,714*	-0,690	-0,756*	-0,551	-0,952**	-0,036	-1,000**	-1,000**	-0,143
Fat [kg]	0,714*	0,690	-0,756*	0,551	0,952**	0,036	/	1,000**	0,143
rel Fat [%]	0,667	0,619	0,732*	0,419	0,905**	0,000	0,976**	0,976**	0,048
ATM [kg]	0,714*	0,690	0,756*	0,551	0,952**	0,036	1,000**	/	0,143
BCM [kg]	0,476	0,524	0,561	0,635	0,238	0,898**	0,143	0,143	/
Re [Ω]	-0,762*	-0,833*	-0,610	-0,826*	-0,762*	-0,144	-0,643	-0,643	-0,381
Ri [Ω]	-0,619	-0,667	-0,634	-0,802*	-0,976**	0,036	-0,905**	-0,905**	-0,214
Cm [nF]	0,872**	0,810*	0,780*	0,377	0,737*	0,235	0,847**	0,847**	0,209
PA 50 kHz [°]	0,429	0,425	0,585	0,455	0,762*	0,156	0,786*	0,786*	0,286

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; OH – převodnění; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Tabulka 12 Korelace u vyšetření II ve 3 měsících po porodu – základní charakteristika a kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
věk [roky]	0,551	0,683	0,295	0,371	-0,422	0,275	-0,349	-0,349	0,168
objem odsátého mléka [ml]	0,286	0,333	0,168	0,476	-0,108	0,476	-0,156	-0,156	0,429
hmotnost před graviditou [kg]	0,611	0,515	0,590	0,491	0,175	0,252	0,235	0,235	0,395
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	0,238	0,357	0,072	0,333	-0,323	0,119	-0,395	-0,395	0,095
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	0,643	0,595	0,563	0,643	0,299	0,214	0,275	0,275	0,429
výška [cm]	0,192	0,108	0,319	0,156	-0,807*	0,659	-0,687	-0,687	0,431
hmotnost [kg]	0,833*	0,714*	0,731*	0,762*	0,216	0,381	0,263	0,263	0,548
NW [kg]	0,192	0,108	0,319	0,156	-0,807*	0,659	-0,687	-0,687	0,431
BMI [kg/m ²]	0,643	0,595*	0,563*	0,643	0,299	0,214	0,275	0,275	0,429

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index; TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Tabulka 13 Korelace u vyšetření II ve 3 měsících po porodu – kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
TBW [L]	/	0,833*	0,886**	0,952**	-0,120	0,738*	-0,048	-0,048	0,810*
ECW [L]	0,833*	/	0,515	0,786*	-0,060	0,524	-0,036	-0,036	0,524
ICW [L]	0,886**	0,515	/	0,874**	-0,259	0,826*	-0,175	-0,175	0,922**
OH [L]	-0,524	-0,095	-0,802*	-0,524	0,180	-0,476	0,132	0,132	-0,643
LTI [kg/m ²]	0,952**	0,786*	0,874**	/	-0,132	0,786*	-0,108	-0,108	0,881**
FTI [kg/m ²]	-0,120	-0,060	0,259	-0,132	/	-0,563	0,976**	0,976**	-0,383
LTM [kg]	0,738*	0,524	0,826*	0,786*	-0,563	/	-0,491	-0,491	0,952**
rel LTM [%]	0,381	0,286	0,467	0,405	-0,922**	0,762*	-0,898**	-0,898**	0,619
Fat [kg]	-0,048	-0,036	-0,175	-0,108	0,976**	-0,491	/	1,000**	-0,335
rel Fat [%]	-0,476	-0,429	-0,491	-0,476	0,874**	-0,810*	0,826*	0,826*	-0,643
ATM [kg]	-0,048	-0,036	-0,175	-0,108	0,976**	-0,491	1,000**	/	-0,335
BCM [kg]	0,810*	0,524	0,922**	0,881**	-0,383	0,952**	-0,335	-0,335	/
Re [Ω]	-0,714*	-0,929**	-0,383	-0,714*	-0,060	-0,310	-0,012	-0,012	-0,381
Ri [Ω]	-0,833*	-0,738*	-0,719*	-0,881**	-0,168	-0,452	-0,144	-0,144	-0,643
Cm [nF]	0,916*	0,566	0,994**	0,892**	-0,467	0,783*	-0,103	-0,103	0,892**
PA 50 kHz [°]	0,512	0,146	0,761*	0,512	-0,074	0,439	-0,025	-0,025	0,610

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; OH – převodnění; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Tabulka 14 Korelace u vyšetření III v 6 měsících po porodu – základní charakteristika a kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
věk [roky]	0,204	0,347	0,108	-0,096	0,267	0,211	0,337	0,337	0,144
objem odsátého mléka [ml]	0,571	0,262	0,690	0,905**	0,108	0,719*	-0,036	-0,036	0,762*
hmotnost před graviditou [kg]	0,599	0,755*	0,599	0,395	0,927**	0,280	0,916**	0,916**	0,395
změna hmotnosti před graviditou vs. v laktaci [kg]	-0,071	0,048	-0,095	0,000	0,277	0,012	0,323	0,323	0,048
rozdíl hmotnosti v laktaci-NW [kg]	0,548	0,762*	0,524	0,405	0,988**	0,311	0,958**	0,958**	0,333
výška [cm]	0,515	0,275	0,467	0,072	-0,279	0,620	-0,157	-0,157	0,575
hmotnost [kg]	0,571	0,738*	0,571	0,381	0,940**	0,335	0,922**	0,922**	0,357
NW [kg]	0,515	0,275	0,467	0,072	-0,279	0,620	-0,157	-0,157	0,575
BMI [kg/m ²]	0,452	0,667	0,452	0,452	0,988**	0,252	0,922**	0,922**	0,286

Vysvětlivky: NW – normální (ideální) hmotnost; BMI – Body Mass Index; TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Tabulka 15 Korelace u vyšetření III v 6 měsících po porodu – kompozice těla

	TBW [L]	ECW [L]	ICW [L]	LTI [kg/m ²]	FTI [kg/m ²]	LTM [kg]	Fat [kg]	ATM [kg]	BCM [kg]
TBW [L]	/	0,881**	0,952**	0,690	0,470	0,898**	0,455	0,455	0,881**
ECW [L]	0,881**	/	0,738*	0,452	0,711*	0,623	0,719*	0,719*	0,881**
ICW [L]	0,952**	0,738*	/	0,810*	0,446	0,946**	0,407	0,407	0,952**
OH [L]	-0,619	-0,452	-0,786*	-0,783*	-0,578	-0,683	-0,503	-0,503	-0,714*
LTI [kg/m²]	0,690	0,452	-0,810*	/	0,374	0,802*	0,216	0,216	0,833*
FTI [kg/m²]	0,412	0,711*	0,446	0,374	/	0,248	0,970**	0,970**	0,277
LTM [kg]	0,898**	0,623	0,946**	0,802*	0,248	/	0,217	0,217	0,994**
rel LTM [%]	-0,262	-0,571	-0,190	0,048	-0,868**	0,000	-0,934**	-0,934**	-0,024
Fat [kg]	0,455	0,719*	0,407	0,216	0,970**	0,217	/	1,000**	0,240
rel Fat [%]	0,262	0,571	0,190	-0,048	0,868**	0,000	0,934**	0,934**	0,024
ATM [kg]	0,455	0,719*	0,407	0,216	0,970**	0,217	1,000**	/	0,240
BCM [kg]	0,881**	0,595	0,952**	0,833*	0,277	0,994**	0,240	0,240	/
Re [Ω]	-0,476	-0,714*	-0,333	-0,381	-0,711*	-0,228	-0,611	-0,611	-0,214
Ri [Ω]	-0,500	-0,619	-0,548	-0,643	-0,928**	-0,407	-0,838**	-0,838**	-0,452
Cm [nF]	0,810*	0,626	0,896**	0,700	0,466	0,827*	0,426	0,426	0,822*
PA 50 kHz [°]	0,422	0,253	-0,627	0,771*	0,555	-0,527	0,424	0,424	0,590

Vysvětlivky: TBW – celková tělesná tekutina; ECW – extracelulární tekutina; ICW – intracelulární tekutina; OH – převodnění; LTI – index tukuprosté tkáně; FTI – index tukové hmoty; LTM – tukuprostá hmota; rel LTM – relativní tukuprostá hmota; Fat – bezvodá tuková hmota; rel Fat – relativní bezvodá tuková hmota; ATM – tuková hmota; BCM – vnitrobuněčná hmota; Re – rezistence při nulové frekvenci; Ri – rezistence při nekonečné frekvenci; Cm – kapacitance buněčné membrány; PA – fázový úhel;

* statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,05$;

** statisticky významné rozdíly na hladině významnosti $p \leq 0,01$

Ve všech třech sledovaných obdobích byly nalezeny pozitivní korelace mezi hodnotami TBW, ECW a ICW. Dále pozitivně korelovalo množství Fat a ATM s FTI. Hodnoty FTI negativně korelovaly s hodnotami rel LTM. Hodnoty LTM pozitivně korelovaly s množstvím BCM.

Korelace množství odsátého mateřského mléka s jednotlivými složkami těla byly nalezeny pouze v období 6 měsíců po porodu. V tomto období pozitivně korelovalo množství odsátého mateřského mléka s hodnotou LTI ($r = 0,905$; $p = 0,002$), stejně tak s množstvím LTM ($r = 0,719$; $p = 0,045$) a s množstvím BCM ($r = 0,762$; $p = 0,028$). Korelace mezi těmito parametry jsou uvedeny v tabulce 14 výše.

8. DISKUSE

Cílem této práce bylo stanovit kompozici těla u kojících žen s využitím metody bioimpedanční spektroskopické analýzy a zhodnotit vztahy sledovaných parametrů mezi sebou.

Do studie bylo zařazeno osm zdravých kojících žen, které byly sledovány v období mezi 3. týdnem po porodu a 6. měsícem po porodu. Kojící ženy byly vyšetřeny třikrát, poprvé v období 3 týdnů po porodu, dále 3 měsíců po porodu a 6 měsíců po porodu.

U sledovaných žen docházelo postupně ke snižování tělesné hmotnosti. Medián hmotnosti před graviditou u sledovaných žen byl 59,3 kg, v období 3 týdnů po porodu 64,6 kg, 3 měsíců po porodu 63,0 kg a v období 6 měsíců po porodu 62,4 kg. Medián poklesu hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením po porodu byl 2,2 kg. Medián hmotnost naměřený při vyšetření v 6. měsíci po porodu byl oproti mediánu hmotnosti před graviditou vyšší o 1,3 kg, dvě ze sledovaných žen měly v tomto období hmotnost nižší než před otěhotněním, ostatních šest žen ji mělo vyšší o hodnotu 0,1 kg až 3,1 kg, což odpovídá běžnému přírůstku hmotnosti u žen po porodu 0,5–3 kg, kterou ve své studii uvádí Gore et al. (GORE et al., 2003).

Podobný trend v poklesu tělesné hmotnosti byl zaznamenán ve studii Bzikowska-Jura et al. s polskými ženami. Hmotnost sledovaných žen v 1. měsíci po porodu uvedená jako průměr \pm směrodatná odchylka byla $64,5 \pm 12,2$ kg (medián 62,3 kg), ve 3. měsíci po porodu $65,1 \pm 13,2$ kg (medián 62,4 kg) a v 6. měsíci po porodu $61,4 \pm 10,0$ kg (medián 59,5 kg). Úbytek hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením byl stanoven na $3,1 \pm 2,2$ kg (medián 2,8 kg) (BZIKOWSKA-JURA et al., 2018).

S hmotností souvisí i hodnoty BMI. Dle hodnocení pregravidního BMI patřilo šest žen do kategorie s normální tělesnou hmotností a dvě ženy do kategorie s nadváhou. V období 6. měsíce po porodu patřilo dle BMI šest žen do kategorie s normální tělesnou hmotností, jedna žena do kategorie s nadváhou a jedna žena do kategorie s podváhou.

Ve studii nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v kompozici těla v období po porodu a během kojení, je však nutno si uvědomit, že se jednalo o velmi malý vzorek pozorování. Byl pozorován trend v poklesu množství TBW po celé období kojení. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl u kojících žen pozorován trend mírného nárůstu množství ICW, v 6. měsíci hodnoty ICW poklesly.

Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl také zaznamenán trend v nárůstu hodnot LTM a BCM, které k 6. měsíci po porodu opět poklesly. Naopak hodnoty FTI, Fat a ATM mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu klesaly a poté k 6. měsíci po porodu znovu narostly.

U studie Cho et al. zaznamenali mezi 2. dnem a 6. týdnem po porodu postupný pokles množství tělesných tekutin, tukuprosté hmoty, a naopak nárůst množství tukové hmoty s nárůstem viscerálního tuku. Cho et al. hodnotili kompozici těla v odlišném časovém období než naše studie, proto nelze naměřené hodnoty navzájem porovnat.

Naopak ve studii Bzikowska-Jura et al. zaznamenali v období 6. měsíce v porovnání s 1. měsícem po porodu pokles množství tukové hmoty. Hodnoty TBW zaznamenaly podobný trend v poklesu jako v naší studii. Ve studii Bzikowska-Jura et al. došlo mezi 1. měsícem a 6. měsícem po porodu k poklesu tukuprosté hmoty v průměru o 2,2 kg, mezi 1. měsícem a 3. měsícem po porodu k nárůstu tukové hmoty o 1,4 kg a poté byl v 6. měsíci po porodu zaznamenán pokles o 1,6 kg. Naše studie zaznamenala opačný trend ve změně množství tukové hmoty (BZIKOWSKA-JURA et al., 2018).

Korelace množství odsátého mateřského mléka s jednotlivými složkami těla byly nalezeny v období 6 měsíců po porodu. V tomto období pozitivně korelovalo množství odsátého mateřského mléka s hodnotou LTI ($r = 0,905$; $p = 0,002$), stejně tak s množstvím LTM ($r = 0,719$; $p = 0,045$) a s množstvím BCM ($r = 0,762$; $p = 0,028$).

Tělesná hmotnost a kompozice těla mohou být ovlivněny mnoha faktory jako je kojení, tělesná aktivita, stravovací návyky, celkový zdravotní stav, parita, hmotnost a BMI před otěhotněním, gestační nárůst hmotnosti atp. Odlišnosti mezi studiemi mohou být způsobeny použitou metodikou nebo velikostí sledovaného vzorku.

Naměřené hodnoty se mohou lišit v souvislosti s návyky a životním stylem u sledovaných žen.

Metoda bioimpedanční spektroskopie a sledování kompozice těla není rutinně prováděna u kojících žen a žen po porodu a není mnoho dostupných studií, které by se touto problematikou zabývaly. V České republice dosud nebyla provedena obdobná studie hodnotící změny kompozice těla u žen kojících a žen po porodu. Většina námi nalezených studií hodnotící kompozici těla u kojících žen sledovala změny v tělesné hmotnosti a kompozici těla pouze po krátkou dobu nebo pouze u malého vzorku, nebo se jednalo o studie, které hodnotily změny těsně po porodu v porovnání s obdobím gravidity. Je potřeba dalších studií využívající metodu BIA/BIS u kojících žen a žen po porodu obecně pro hodnocení změn tělesné hmotnosti a kompozice těla a jejich vlivu na zdravotní stav nebo množství a složení mateřského mléka.

9. ZÁVĚR

Tato diplomová práce přináší výsledky studie hodnotící změny v kompozici těla u kojících žen. Studie se zúčastnilo osm kojících žen. Ženy byly vyšetřeny třikrát, poprvé 3 týdny po porodu, dále 3 měsíce a 6 měsíců po porodu. Měření kompozice těla bylo provedeno metodou bioimpedanční spektroskopie, přístrojem Body Composition Monitor. Tím byla potvrzena využitelnost této metody v období laktace.

U sledovaných žen docházelo postupně ke snižování tělesné hmotnosti. Medián poklesu hmotnosti mezi prvním a třetím vyšetřením byl 2,2 kg, medián hmotnosti naměřené při vyšetření v 6. měsíci po porodu byl oproti mediánu hmotnosti před graviditou vyšší o 1,3 kg, dvě ze sledovaných žen měly v tomto období hmotnost nižší než před otěhotněním, ostatních šest žen ji mělo vyšší o hodnotu 0,1 kg až 3,1 kg, což odpovídalo běžnému přírůstků hmotnosti u žen po porodu.

Nebyly prokázány statisticky významné rozdíly v kompozici těla v období laktace. Byl pozorován trend poklesu množství TBW během všech období laktace. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl pozorován trend mírného nárůstu množství ICW, v 6. měsíci hodnoty ICW poklesly. Mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu byl pozorován trend nárůstu hodnot LTM a BCM, které k 6. měsíci opět poklesly. Hodnoty FTI, Fat a ATM mezi 3. týdnem a 3. měsícem po porodu klesaly a poté k 6. měsíci znovu narostly.

V období 6 měsíců po porodu byly nalezeny pozitivní korelace množství odsátého mateřského mléka s hodnotou LTI ($r = 0,905$; $p = 0,002$), LTM ($r = 0,719$; $p = 0,045$) a BCM ($r = 0,762$; $p = 0,028$).

10. POUŽITÉ ZKRATKY

zkratka	význam zkratky	český význam zkratky
A	<i>Area</i>	plocha [m ²]
ATM	<i>Adipose Tissue Mass</i>	tuková tkáň vč. vázané vody [kg, %]
BCM	<i>Body Composition Monitor</i>	monitor kompozice těla
BCM	<i>Body Cell Mass</i>	vnitrobuněčná hmota, metabolicky aktivní tkáň [kg]
BIA	<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>	bioelektrická impedanční analýza
BIS	<i>Bioimpedance Spectroscopy</i>	bioimpedanční spektroskopická analýza, bioimpedanční spektroskopie
BMI	<i>Body Mass Index</i>	index tělesné hmotnosti [kg/m ²]
C		kapacitance [nF]
DEXA	<i>Dual Energy X-Ray Absorptiometry</i>	duální rentgenová absorpciometrie
E/I		poměr extracelulární a intracelulární tekutiny
ECW	<i>Extracellular Water</i>	extracelulární tekutina [L]
FFM	<i>Fat Free Mass</i>	tukuprostá hmota [kg]
FM	<i>Fat Mass</i>	tuková hmota [kg]
FTI	<i>Fat Tissue Index</i>	index tukové hmoty [kg/m ²]
ICW	<i>Intracellular Water</i>	intracelulární tekutina [L]
L	<i>Lenght</i>	délka [m]
LTI	<i>Lean Tissue Index</i>	index tukuprosté hmoty [kg/m ²]
LTM	<i>Lean Tissue Mass</i>	tukuprostá hmota [kg]
NW	<i>Normal Weight</i>	normální (ideální) hmotnost [kg]

OH	<i>Overhydration</i>	převodnění [L]
PA	<i>Phase Angle</i>	fázový úhel [°]
R		rezistence [Ω]
R₀, R_{ECW}, R_e		odpor naměřený při nulové frekvenci [Ω]
R_{INF}, R_{TBW}, R_i		odpor naměřený při nekonečné frekvenci [Ω]
rel FM	<i>Relative Fat Mass</i>	relativní tuková hmota, podíl tukové hmoty k celkové tělesné hmotnosti [%]
rel LTM	<i>Relative Lean Tissue Mass</i>	relativní tukuprostá hmota, podíl tukuprosté hmoty k celkové tělesné hmotnosti [%]
SEG-BIA	<i>Segmental Frequency Bioelectrical Impedance Analysis</i>	segmentová bioelektrická impedanční analýza
SF-BIA	<i>Single Frequency Bioelectrical Impedance Analysis</i>	jednofrekvenční bioelektrická impedanční analýza
SD		směrodatná odchylka
TBW	<i>Total Body Water</i>	celková tělesná tekutina [L]
X_C		reaktance [Ω]
Z		impedance, bioimpedance
ρ		odpor materiálu [Ωm]

11. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Základní charakteristika žen zařazených do studie	31
Tabulka 2 Základní charakteristika žen – vyšetření I ve 3 týdnech po porodu	38
Tabulka 3 Základní charakteristika žen – vyšetření II ve 3 měsících po porodu	39
Tabulka 4 Základní charakteristika žen – vyšetření III v 6 měsících po porodu	40
Tabulka 5 Výsledky Friedmanova testu pro proměnné sledující základní charakteristiky žen...	41
Tabulka 6 Složení těla a odporové charakteristiky – vyšetření I ve 3 týdnech po porodu	43
Tabulka 7 Složení těla žen a odporové charakteristiky – vyšetření II ve 3 měsících po porodu .	45
Tabulka 8 Složení těla žen a odporové charakteristiky – vyšetření III v 6 měsících po porodu ..	47
Tabulka 9 Výsledky Friedmanova testu pro proměnné z BCM	49
Tabulka 10 Korelace u vyšetření I ve 3 týdnech po porodu – základní charakteristika a kompozice těla	55
Tabulka 11 Korelace u vyšetření I ve 3 týdnech po porodu – kompozice těla.....	56
Tabulka 12 Korelace u vyšetření II ve 3 měsících po porodu – základní charakteristika a kompozice těla	57
Tabulka 13 Korelace u vyšetření II ve 3 měsících po porodu – kompozice těla.....	58
Tabulka 14 Korelace u vyšetření III v 6 měsících po porodu – základní charakteristika a kompozice těla	59
Tabulka 15 Korelace u vyšetření III v 6 měsících po porodu – kompozice těla.....	60

12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Tělo jako systém pomyslných válců.....	14
Obrázek 2 Cylindrický model principu BIA	14
Obrázek 3 Vektor impedance.....	15
Obrázek 4 Průchod proudu o nízkých a vysokých frekvencích tkáněmi	17
Obrázek 5 Cole-cole diagram	18
Obrázek 6 Příklady umístění elektrod při celotělovém BIA měření.....	20
Obrázek 7 Příklady umístění elektrod při segmentovém BIA měření.....	21
Obrázek 8 Přístroj Body Composition Monitor InnerScan (Tanita Corporation)	32
Obrázek 9 Přístroj Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care AG & Co.).....	33
Obrázek 10 Správné umístění elektrod.....	34

13. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Změny hmotnosti u kojících žen ve sledovaných obdobích	42
Graf 2 Změny TBW u kojících žen ve sledovaných obdobích	50
Graf 3 Změny ECW u kojících žen ve sledovaných obdobích	51
Graf 4 Změny ICW u kojících žen ve sledovaných obdobích	51
Graf 5 Změny LTM u kojících žen ve sledovaných obdobích.....	52
Graf 6 Změny Fat u kojících žen ve sledovaných obdobích	52
Graf 7 Změny ATM u kojících žen ve sledovaných obdobích	53
Graf 8 Změny BCM u kojících žen ve sledovaných obdobích	53

14. POUŽITÁ LETERATURA

BARBOSA-SILVA, MCG et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2005, 82(1), 49-52 [cit. 2019-09-09]. DOI: 10.1093/ajcn.82.1.49. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/82/1/49/4649140>

Body Composition Monitor – From Technology to Therapy, Physiological Models. *Fresenius Medical Care Internet* [online]. [cit.2019-09-09]. Dostupné z: <http://bcm-fresenius.com/21.htm>

BREWER, MM et al. Postpartum changes in maternal weight and body fat depots in lactating vs nonlactating women. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1989, 49(2), 259-265 [cit. 2019-11-09]. DOI: 10.1093/ajcn/49.2.259. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/49/2/259/4732786>

BUTTE, NF, HOPKINSON, JM. Body Composition Changes during Lactation Are Highly Variable among Women. *The Journal of Nutrition* [online]. 1998, 128(2), 381S-385S [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1093/jn/128.2.381S. ISSN 0022-3166. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jn/article/128/2/381S/4724013>

BZIKOWSKA-JURA et al. Maternal Nutrition and Body Composition During Breastfeeding: Association with Human Milk Composition. *Nutrients* [online]. 2018, 10(10) [cit. 2019-10-07]. DOI: 10.3390/nu10101379. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/10/10/1379>

COLÍN-RAMÍREZ, E et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic marker in chronic heart failure. *Nutrition* [online]. 2012, 28(9), 901-905 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1016/j.nut.2011.11.033. ISSN 08999007. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900711004424>

COX-REIJVEN, PLM et al. Bioelectrical impedance measurements in patients with gastrointestinal disease: validation of the spectrum approach and a comparison of different methods for screening for nutritional depletion. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2003, 78(6), 1111-1119 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1093/ajcn/78.6.1111. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/78/6/1111/4677521>

DORT, J, DORTOVÁ, E, JEHLIČKA, P. *Neonatologie*. 2., upr. vyd. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2253-8.

ELLIOTT, SA et al. Association between breastfeeding, maternal weight loss and body composition at 3 months postpartum. *The FASEB Journal* [online]. 2016, 30(1): 45.4. [cit. 2020-31-3]. ISSN 1530-6860. Dostupné z: https://www.fasebj.org/doi/abs/10.1096/fasebj.30.1_supplement.45.4

ELLIS, KJ et al. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews* [online]. 2000, 80(2), 649-680 [cit. 2019-09-05]. DOI: 10.1152/physrev.2000.80.2.649. ISSN 0031-9333. Dostupné z: <http://physiology.org/doi/10.1152/physrev.2000.80.2.649>

FAISY, C et al. Bioelectrical impedance analysis in estimating nutritional status and outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Intensive Care Medicine* [online]. 2000, 26(5), 518-525 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1007/s001340051198. ISSN 0342-4642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s001340051198>

GORE, SA, BROWN, DM, WEST, DS. The role of postpartum weight retention in obesity among women: A review of the evidence. *Annals of Behavioral Medicine* [online]. 2003, 26(2), 149-159 [cit. 2019-10-07]. DOI: 10.1207/S15324796ABM2602_07. ISSN 0883-6612. Dostupné z: <https://academic.oup.com/abm/article/26/2/149-159/4631583>

GUNDERSON, EP et al. The relative importance of gestational gain and maternal characteristics associated with the risk of becoming overweight after pregnancy. *International Journal of Obesity* [online]. 2000, 24(12), 1660-1668 [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801456. ISSN 0307-0565. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/0801456>

GUPTA, D et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in breast cancer. *BMC Cancer* [online]. 2008, 8(1) [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1186/1471-2407-8-249. ISSN 1471-2407. Dostupné z: <http://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2407-8-249>

GUPTA, D et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutrition Journal* [online]. 2008, 7(1) [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1186/1475-2891-7-19. ISSN 1475-2891. Dostupné z: <http://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-7-19>

GUPTA, D et al. Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* [online]. 2009, 9(1) [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1186/1471-2407-9-37. ISSN 1471-2407. Dostupné z: <http://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2407-9-37>

HOPKINSON, JM et al. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: comparison of two-, three-, and four-component models. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1997, 65(2), 432-438 [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1093/ajcn/65.2.432. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/65/2/432-438/4655351>

CHAMNEY, PW et al. A new technique for establishing dry weight in hemodialysis patients via whole body bioimpedance. *Kidney International* [online]. 2002, 61(6), 2250-2258 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1046/j.1523-1755.2002.00377.x. ISSN 00852538. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815484765>

CHEN, YC et al. Adjusting Dry Weight by Extracellular Volume and Body Composition in Hemodialysis Patients. *Nephron* [online]. 2002, 92(1), 91-96 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1159/000064471. ISSN 1660-8151. Dostupné z: <https://www.karger.com/Article/FullText/64471>

CHO, GJ et al. Postpartum Changes in Body Composition. *Obesity* [online]. 2011, 19(12), 2425-2428 [cit. 2019-10-07]. DOI: 10.1038/oby.2011.163. ISSN 1930-7381. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1038/oby.2011.163>

CHOU, TW et al. Postpartum body composition changes in lactating and non-lactating primiparas. *Nutrition* [online]. 1999, 15(6), 481-484 [cit. 2019-10-07]. DOI: 10.1016/S0899-9007(99)00055-6. ISSN 08999007. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900799000556>

JODAL, L. Electrical theory behind the measurement of body fluids with bioimpedance spectroscopy (BIS) [online]. [cit. 2019-09-23]. Dostupné z: https://pure.au.dk/portal/files/20320521/Lecture_notes_on_BIS.pdf

KHALIL, S et al. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors* [online]. 2014, 14(6), 10895-10928 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.3390/s140610895. ISSN 1424-8220. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1424-8220/14/6/10895>

KUSHNER, RF et al. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1996, 64(3), 423S-427S [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1093/ajcn/64.3.423S. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/64/3/423S/4651628>

KYLE, UG et al. Bioelectrical impedance analysis – part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition* [online]. 2004, 23(5), 1226-1243 [cit. 2019-09-12]. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.06.004. ISSN 0261-5614. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561404000937>

KYLE, UG et al. Bioelectrical impedance analysis – part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition* [online]. 2004, 23(6), 1430-1453 [cit. 2019-09-12]. DOI: 10.1016/j.clnu.2004.09.012. ISSN 0261-5614. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561404001633>

KYLE, UG et al. Low phase angle determined by bioelectrical impedance analysis is associated with malnutrition and nutritional risk at hospital admission. *Clinical Nutrition* [online]. 2013, 32(2), 294-299 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.08.001. ISSN 0261-5614. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561412001689>

LOPOT, F. Bioimpedometrie a její využití v dialyzační léčbě. *Vnitřní lékařství* [online]. 2016, 62(12, Suppl 6), 6S47-6S54 [cit.2019-09-12]. Dostupné z:

<http://prolekare.cz/casopisy/vnitri-lekarstvi/2016-suppl-6/bioimpedometrie-a-jeji-vyuziti-v-dialyzacni-lecbe-60096>

LUKASKI, HC. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1996, 64(3), 397S-404S [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1093/ajcn/64.3.397S. ISSN 0002-9165. Dostupné z:

<https://academic.oup.com/ajcn/article/64/3/397S/4651613>

LUKASKI, HC et al. Assessment of change in hydration in women during pregnancy and postpartum with bioelectrical impedance vectors. *Nutrition* [online]. 2007, 23(7-8), 543-550 [cit. 2019-11-09]. DOI: 10.1016/j.nut.2007.05.001. ISSN 08999007. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900707001487>

MAGGIORE, Q et al. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney International* [online]. 1996, 50(6), 2103-2108 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1038/ki.1996.535. ISSN 00852538. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0085253815598293>

MOISSL, UM et al. Body fluid volume determination via body composition spectroscopy in health and disease. *Physiological Measurement* [online]. 2006, 27(9), 921-933 [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1088/0967-3334/27/9/012. ISSN 0967-3334. Dostupné z:

<http://stacks.iop.org/0967-3334/27/i=9/a=012?key=crossref.35781993e08a8c907659c35a48d5df0d>

MØLLER, UK et al. Changes in bone mineral density and body composition during pregnancy and postpartum. A controlled cohort study. *Osteoporosis International* [online]. 2012, 23(4), 1213-1223 [cit. 2019-11-09]. DOI: 10.1007/s00198-011-1654-6. ISSN 0937-941X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00198-011-1654-6>

NEVILLE, CE et al. The relationship between breastfeeding and postpartum weight change – a systematic review and critical evaluation. *International Journal of Obesity* [online]. 2014, 38(4), 577-590 [cit. 2019-10-06]. DOI: 10.1038/ijo.2013.132. ISSN 0307-0565. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/ijo2013132>

MIALICH SAVEGNANO, M et al. Analysis of Body Composition: A critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2014, 2(1): 1-10 [cit. 2019-09-12]. DOI: 10.12691/ijcn-2-1-1. ISSN 2376-1393. Dostupné z: <http://pubs.sciencepub.com/ijcn/2/1/1/index.html>

OT, M et al. Bioelectrical Impedance Analysis as a Predictor of Survival in Patients with Human Immunodeficiency Virus Infection. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes & Human Retrovirology* [online]. 1995, 9(1) [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1097/00042560-199505010-00003. ISSN 1077-9450. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00042560-199505010-00003>

OTA, E et al. (2008). Comparison of body fat mass changes during the third trimester and at one month postpartum between lactating and nonlactating Japanese women. *Bioscience trends* [online]. 2008, 2: 200-205 [cit. 2019-10-07]. Dostupné z <http://www.biosciencetrends.com/getabstract.php?vol=2&issue=5&spage=200>

PICHLER, GP et al. A critical analysis of whole body bioimpedance spectroscopy (BIS) for the estimation of body compartments in health and disease. *Medical Engineering & Physics* [online]. 2013, 35(5), 616-625 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1016/j.medengphy.2012.07.006. ISSN 13504533. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350453312001877>

- RASMUSSEN, KM, YAKTINE, Ann L. *Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines*. Washington, DC: National Academies Press, 2009. ISBN 978-0-309-13113-1.
- RIEGEROVÁ, J et al. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006. ISBN 80-85783-52-5.
- ROKYTA, R. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2.
- SELBERG, O, SELBERG, D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2002, 86(6), 509-516 [cit. 2019-10-05]. DOI: 10.1007/s00421-001-0570-4. ISSN 14396319. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-001-0570-4>
- SOHLSTRÖM, A, FORSUM, E. Changes in adipose tissue volume and distribution during reproduction in Swedish women as assessed by magnetic resonance imaging. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 1995, 61(2), 287-295 [cit. 2019-11-08]. DOI: 10.1093/ajcn/61.2.287. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/61/2/287/4651269>
- TO, WW, WONG, MW. Body fat composition and weight changes during pregnancy and 6-8 months post-partum in primiparous and multiparous women. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology* [online]. 2009, 49(1), 34-38 [cit. 2019-10-07]. DOI: 10.1111/j.1479-828X.2008.00933.x. ISSN 0004-8666. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1479-828X.2008.00933.x>
- TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0512-5.