

UNIVERZITA KARLOVA

FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ

KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD



DIPLOMOVÁ PRÁCE

HODNOCENÍ TVORBY MATEŘSKÉHO MLÉKA VE VZTAHU K TĚLESNÉ KOMPOZICI U ČESKÝCH KOJÍCÍCH ŽEN

ANDREA BUGOŠOVÁ

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

HRADEC KRÁLOVÉ, 2024

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu doc. PharmDr. Miloslavu Hronkovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost, cenné rady a čas, který mi při vedení diplomové práce věnoval. Chtěla bych poděkovat i kolegyni Romaně Kadlecové za spolupráci při vyšetření těhotných a kojících žen. Dále děkuji také Bc. Haně Touškové a Bc. Miroslavu Vaithovi za pomoc při statistickém zpracování výsledků a v neposlední řadě také Janu Pokornému za věcné poznámky k typografickému zpracování textu a morální podporu během sepisování této práce a v průběhu celého studia.

„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 11.5.2024

Andrea Bugošová

1. OBSAH

| | | |
|-------|--|----|
| 2. | ABSTRAKT | 6 |
| 3. | ABSTRACT | 7 |
| 4. | ÚVOD | 8 |
| 5. | ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE | 9 |
| 6. | TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 6.1 | Laktace a změny tělesného složení během tohoto období | 10 |
| 6.2 | Tělesná kompozice | 11 |
| 6.3 | Metody používané k určení tělesné kompozice | 13 |
| 6.3.1 | Antropometrické metody | 13 |
| 6.3.2 | Kaliperace | 15 |
| 6.3.3 | Bioimpedanční analýza | 16 |
| 6.4 | Hodnocení tvorby mateřského mléka ve vztahu k tělesné kompozici – studie | 26 |
| 7. | EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST | 29 |
| 7.1 | Základní informace o průběhu studie | 29 |
| 7.2 | Metodika studie | 30 |
| 7.2.1 | Stanovení antropometrických parametrů | 30 |
| 7.2.2 | Měření pomocí BCM | 30 |
| 7.2.3 | Měření objemu mateřského mléka | 31 |
| 7.3 | Charakteristika skupiny kojících žen | 31 |
| 8. | VÝSLEDKY | 34 |
| 8.1 | Statistické zpracování výsledků | 34 |
| 8.2 | Limitace studie | 34 |
| 8.3 | Vyhodnocení | 34 |
| 8.4 | Statistické vyhodnocení | 55 |
| 8.5 | Korelační analýza | 56 |
| 9. | DISKUSE | 59 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 10. ZÁVĚR | 62 |
| 11. POUŽITÉ ZKRATKY..... | 63 |
| 12. SEZNAM TABULEK | 65 |
| 13. SEZNAM OBRÁZKŮ | 65 |
| 14. SEZNAM GRAFŮ..... | 65 |
| 15. POUŽITÁ LITERATURA..... | 66 |

2. ABSTRAKT

Cílem této práce bylo vyhodnotit tvorbu mateřského mléka ve vztahu k tělesné kompozici českých kojících žen a výsledky porovnat s podobnými studiemi. Této konkrétní části longitudinální studie se účastnilo 6 kojících žen, které absolvovaly 4 vyšetření během 9 měsíců období laktace.

K měření základních tělesných parametrů se využívaly antropometrické metody. Dále bylo tělesné složení hodnoceno pomocí metody duální bioimpedanční analýzy za použití digitální váhy a metody spektroskopické bioimpedanční analýzy za použití přístroje Body Composition Monitor.

Jako statisticky významně odlišné hodnoty podle Friedmanova neparametrického párového testu mezi vyšetřovanými obdobími byly zjištěny hodnoty BMI ($p = 0,029$), BSA ($p = 0,019$), obvodu pasu ($p = 0,048$) a obvodu boků ($p = 0,031$). Tyto hodnoty spadají pod hladinu významnosti 0,05.

Tvorba mateřského mléka podle Spearmanovy korelace pozitivně korelovala s váhou před graviditou ($p = 0,003$, $r = 0,817$), BMI před graviditou ($p = 0,002$, $r = 0,847$), váhou v graviditě ($p = 0,044$, $r = 0,624$), hmotností kostí BIA ($p = 0,020$, $r = 0,697$), basálním metabolismem dle BIA ($p = 0,028$, $r = 0,670$), hmotností FM BIA ($p = 0,034$, $r = 0,651$), obvodem hrudníku ($p = 0,003$, $r = 0,825$), obvodem pasu ($p = 0,025$, $r = 0,680$), obvodem předloktí ($p = 0,009$, $r = 0,757$), obvodem středu stehna ($p = 0,040$, $r = 0,632$), šířkou zápěstí ($p = 0,024$, $r = 0,686$), šířkou epikondylu femuru ($p = 0,037$, $r = 0,642$), hmotností kostí ($p = 0,031$, $r = 0,697$) pregravidním BSA ($p = 0,005$, $r = 0,830$), BMI ($p = 0,044$, $r = 0,661$), TBW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ECW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ICW ($p = 0,016$, $r = 0,748$). Významná negativní korelace s tvorbou mateřského mléka se objevila pouze u nárůstu hmotnosti v graviditě ($p = 0,054$, $r = -0,601$).

Studie prokázala významné korelace s tvorbou mateřského mléka a parametry naměřenými pomocí antropometrických metod a bioimpedanční analýzy. Byla popsána produkce mateřského mléka ve vztahu k tělesnému složení vyšetřovaných žen.

Klíčová slova: tvorba mateřského mléka, tělesné složení

3. ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the production of breast milk in relation to the body composition of Czech breastfeeding women and to compare the results to similar studies. Six breastfeeding women participated in this specific part of the longitudinal study, undergoing 4 examinations during a 9-month lactation period.

Anthropometric methods were used to measure basic body parameters. Furthermore, body composition was assessed using dual bioimpedance analysis with a digital scale and spectroscopic bioimpedance analysis using the Body Composition Monitor device.

According to Friedman's nonparametric paired test, statistically significant differences between the examined periods were found in BMI values ($p = 0.029$), BSA ($p = 0.019$), waist circumference ($p = 0.048$) and hip circumference ($p = 0.031$). These values fall below the significance level of 0.05.

According to Spearman's correlation, breast milk production positively correlated with pre-pregnancy weight ($p = 0.003$, $r = 0.817$), pre-pregnancy BMI ($p = 0.002$, $r = 0.847$), pregnancy weight ($p = 0.044$, $r = 0.624$), bone mass measured by BIA ($p = 0.020$, $r = 0.697$), basal metabolism measured by BIA ($p = 0.028$, $r = 0.670$), FM mass measured by BIA ($p = 0.034$, $r = 0.651$), chest circumference ($p = 0.003$, $r = 0.825$), waist circumference ($p = 0.025$, $r = 0.680$), forearm circumference ($p = 0.009$, $r = 0.757$), mid-thigh circumference ($p = 0.040$, $r = 0.632$), wrist width ($p = 0.024$, $r = 0.686$), femur epicondyle width ($p = 0.037$, $r = 0.642$), bone mass ($p = 0.031$, $r = 0.697$) pre-pregnancy BSA ($p = 0.005$, $r = 0.830$), BMI ($p = 0.044$, $r = 0.661$), TBW ($p = 0.020$, $r = 0.733$), ECW ($p = 0.020$, $r = 0.733$), ICW ($p = 0.016$, $r = 0.748$). A significant negative correlation with breast milk production was found only with weight gain during pregnancy ($p = 0.054$, $r = -0.601$).

The study demonstrated significant correlations between breast milk production and parameters measured using anthropometric methods and bioimpedance analysis. The production of breast milk in relation to the body composition of the examined women was described.

Keywords: breast milk production, body composition

4. ÚVOD

Období laktace patří mezi velmi významnou část v životě ženy. Je to období, kdy se ženy snaží poskytnout svým nově narozeným miminkům maximální oporu jak v příjmu potravy, tak i po psychické stránce. V dnešní době už je velmi dobře známo, že kojení přispívá k posílení imunitního systému dítěte, ale může působit i protektivně před vznikem některých chorob spojených s vyšším věkem ženy (Strauss, III et Barbieri, 2019). Navíc kojení přispívá k prohlubování pouta mezi dítětem a matkou.

Existuje mnoho metod, kterými lze stanovit tělesné složení. Mezi nejstarší metody, které se v praxi dodnes používají, bychom mohli zařadit antropometrické metody (Heymsfield, 1990). Při takových stanoveních se užívají pomůcky, jako jsou kalipery, stadiometry, délkové míry a další (Hronek, 2013). V dnešní době máme také možnost využít bioimpedanční analýzu, která se řadí mezi efektivní, neinvazivní, bezpečné a poměrně levné metody (Khalil et al., 2014). Díky těmto skutečnostem je možné ji využít i k měření u těhotných a kojících žen. Další výhodou bioimpedanční analýzy je rychlé získání výsledků a jejich snadná reprodukovatelnost (Kyle et al., 2004).

V české ani světové literatuře neexistuje mnoho studií, které by se zabývaly tématem, jak může tělesná kompozice ženy ovlivnit produkci mateřského mléka. Proto bylo cílem práce přispět k porozumění v oblasti tohoto tématu a najít některé souvislosti mezi naměřenými parametry, které by mohly usnadnit budoucí výzkum.

5. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit, jakým způsobem tělesná kompozice českých kojících žen ovlivnila tvorbu jejich mateřského mléka během čtyř sledovaných období v průběhu laktace. Kromě toho porovnat také výsledky se studiemi, které se zabývají obdobným tématem.

6. TEORETICKÁ ČÁST

6.1 *Laktace a změny tělesného složení během tohoto období*

Laktace je fyziologický proces, který začíná po porodu. Vývoj mléčné žlázy, tvorbu mateřského mléka a jeho sekreci ovlivňuje řada hormonů – estradiol, progesteron, prolaktin, oxytocin a placentární laktogen. Vysokým hladinám laktogenních hormonů (prolaktin, placentární laktogen, placentární růstový hormon) je prs vystaven již během těhotenství, díky čemuž dochází ke zvětšení této tkáně a k přípravě mléčné žlázy na laktaci. V těhotenství je laktogeneze blokována díky vysoké hladině progesteronu. Ta se ovšem po porodu společně s hladinou estradiolu snižuje. Naproti tomu zvyšující se hladina prolaktinu vyvolá tvorbu mateřského mléka (Strauss, III et Barbieri, 2019).

Během kojení jsou senzory signály z bradavky převedeny čtvrtým, pátým a šestým hrudním nervem do CNS. Poté co tyto signály dorazí do paraventriculárního a supraoptického jádra, stimulují uvolnění oxytocinu z neurohypofýzy (Bealer et al., 2010). Oxytocin poté vyvolá kontrakce myoepiteliálních buněk mléčné žlázy, což způsobí proudění mateřského mléka (Strauss, III et Barbieri, 2019).

Jako hlavní zdroj výživy je mateřské mléko doporučeno novorozencům po dobu 6 měsíců. Po uplynutí této doby lze do stravy dítěte postupně zavádět tuhé potraviny a tekutiny a nepřestávat kojit ještě dalších 12 měsíců. Mateřské mléko obsahuje mnoho složek potravy, které novorozenec ke svému vývoji potřebuje: mléčné bílkoviny, společně s kaseinem, syrovátkou a mucinovými proteiny, tuky (z 98% triglyceridy), laktózu, oligosacharidy, imunoglobuliny, vodu, minerální látky a vitaminy. Pro novorozence je mateřské mléko důležité i z hlediska imunoprotekce. Kojení snižuje riziko hospitalizace novorozenců, gastroenteritidy, respiračních infekcí, zánětu středního ucha, infekcí močových cest a sepse. Pro matku má kojení také mnohé zdravotní výhody. Lze díky němu snížit riziko rakoviny prsu, rakoviny vaječníků, DM typu 2 a kardiovaskulárních onemocnění (Strauss, III et Barbieri, 2019).

V průběhu těhotenství se tukové zásoby tvoří hlavně v oblasti stehen. V menší míře je to poté v místech suprailiackální a subskapulární řasy a řasy nad bicepsem

a tricepsem (Taggart et al. 1967). Během laktace dochází k mobilizaci tukových zásob především z oblasti stehen, v menší míře poté z trupu. Ačkoliv tedy tukové tkáně postupně ubývá, tak se ženy ani 12 měsíců po porodu nedostanou na takové množství tukové tkáně, které měly před začátkem těhotenství (Sohlström et Forsum, 1995). Zaznamenané zvětšení krevního objemu během těhotenství se v počátcích laktace nemusí měnit, ale může se i mírně zvýšit. Zvýšené množství extracelulární tekutiny může přetrvávat i v průběhu laktace (Robinson, 1986). U kojících žen byla také zjištěna vyšší hydratace netučné hmoty ve srovnání s těmi, které nekojily (Hopkinson et al., 1997). Změny hmotnosti a tělesného tuku jsou v průběhu laktace, kterou tělo ženy bere jako metabolickou zátěž, variabilní napříč různými lidskými populacemi. Tyto změny jsou kromě neuroendokrinních a biochemických stimulů ovlivněny i enviromentálními faktory (Butte et Hopkinson, 1998).

6.2 Tělesná kompozice

Složení těla se obecně popisuje pomocí tzv. pětiúrovňového modelu. Tento model definuje tyto úrovně: atomovou, molekulární, buněčnou, tkáňovou/orgánovou a celotělovou. Atomová úroveň udává prvky, ze kterých je lidské tělo složeno. Z 98 % se jedná o kyslík, uhlík, vodík, dusík, vápník a fosfor. V molekulární úrovni se nachází chemické sloučeniny – voda, lipidy, bílkoviny, minerální látky a glykogen. Celulární úroveň již zahrnuje buňky, extracelulární tekutinu a extracelulární pevné látky. Tkáňová/orgánová úroveň v lidském těle rozlišuje tkáň tukovou, kosterní svalstvo, útrobní orgány a kosti. Celotělovou úrovní je tělo vnímáno jako celek, který se dá charakterizovat velikostí, tvarem a vnějšími a fyzickými vlastnostmi. Jednou z možných charakteristik jsou např. tělesné obvody, které slouží jako ukazatele tělesné hustoty, FFM, hmotnosti tukové tkáně, hmotnosti bílkovinné hmoty a zásoby energie. Dále se v popisu tělesné kompozice uplatňují i popis postavy, délka segmentů, šířka těla, tloušťka kožní řasy, povrch těla, tělesná hmotnost, index tělesné hmotnosti, objem těla nebo hustota těla (Wang et al. 1992).

V tabulce (Tabulka 1) níže je uveden pětiúrovňový model tělesného složení dle Wanga et al.

Tabulka 1 Pětiúrovňový model tělesného složení

| | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| dusík + ostatní prvky | lipidy | buňky | tuková tkáň | hlava |
| vodík | voda | | kosterní svalstvo | trup |
| uhlík | | extracelulární tekutina | | |
| kyslík | bílkoviny | | | |
| | glykogen | | | |
| | minerální látky | extracelulární pevné látky | kosti | |
| Atomová úroveň | Molekulární úroveň | Buněčná úroveň | Tkáňová/orgánová úroveň | Celotělová úroveň |

Zdroj: Wang et al. (1992), převzato a přeloženo

Dalším možným rozdělením tělesného složení, které se v praxi hojně používá, je rozlišení na dvou-, tří- a čtyřkompartmentový model.

Dvoukompartmentový model vychází z předpokladu, že tělesná hmota může být rozdělena na dvě chemicky odlišné části – tukovou hmotu (*fat mass*, FM) a netučnou hmotu (*fat free mass*, FFM). Tuková hmota je bezvodá část s hustotou menší, než má netučná hmota. Netučná hmota se kromě hustoty liší i v tom, že obsahuje 72 % vody. Nevýhodou tohoto modelu ovšem je nedostatečné rozlišení nadměrného objemu, který vzniká díky zadržování tekutin. Z tohoto důvodu je množství netučné hmoty značně ovlivněno retencí tekutin (Withers et al. 1999, Broers et al. 2020).

Tříkompartmentový model rozlišuje v těle tři části. Jedná se o hmotu tukové tkáně (*adipose tissue mass*, ATM), hmotu netučné tkáně (*lean tissue mass*, LTM) a nadbytečnou extracelulární tekutinu, která značí převodnění organismu (*overhydration*, OH). V případě, kdy má tělo nedostatek tekutin, může OH nabýt i zápornou hodnotu (Broers et al. 2020).

Čtyřkompartmentový model rozlišuje tělo na čtyři části. Je to buněčná hmota s metabolickou aktivitou (*body cell mass*, BCM), extracelulární tekutina (*extracellular water*, ECW), netučné extracelulární pevné látky (*fat-free extracellular solids*, FFECS) a tělesný tuk (*body fat*, BF). U čtyřkompartmentového modelu lze také vypočítat množství netučné hmoty (*fat-free mass*, FFM) ze vzorce $FFM = BCM + ECW + FFECS$ (Dey et al. 2003).

6.3 Metody používané k určení tělesné kompozice

V následujícím textu jsou blíže rozebrány metody, které se používají ke stanovení tělesné kompozice.

6.3.1 Antropometrické metody

Druhem základních metod určených k získání údajů o tělesné kompozici jsou antropometrické metody. Vzhledem k jednoduchému provedení se tyto metody řadí mezi nejstarší metody v určování tělesné kompozice (Heymsfield, 1990). V průběhu antropometrického vyšetření se provádí měření tělesné hmotnosti a výšky a měření mnoha délkových, obvodových a šířkových měř. K měření se využívají váhy, antropometrická měřidla, pásová a posuvná měřítka nebo specifické pomůcky – kalipery. Pomocí antropometrických vyšetření lze zjistit např. nutriční stav jedince v průběhu různých vyšetření, predikci rozvoje civilizačních onemocnění apod. Tyto informace se dají vyvodit pomocí výpočtů ze získaných hodnot. Příkladem může být index tělesné hmotnosti (*body mass index*, BMI), který hodnotí hmotnost těla vzhledem k druhé mocnině výšky nebo poměr obvodu pasu ku obvodu boků (WHR – *waist-hip ratio*). Hodnoty se zjišťují těmito výpočty.

$$BMI = \text{tělesná hmotnost (kg)} / \text{tělesná výška}^2 \text{ (m)}$$

$$WHR = \text{obvod pasu (cm)} / \text{obvod boků (cm)}$$

Díky indexu WHR můžeme rozlišit dva typy obezity, podle kterých lze vyhodnotit míru zdravotního rizika. Androidní typ obezity je ten, u kterého se nachází více tuku uloženého v centrální oblasti. Díky takovému rozložení tukové hmoty je zvýšené riziko KVS onemocnění typu hypertenze, dyslipidemie a porucha glukózové

tolerance. Druhým typem obezity je typ gynoidní, u kterého dochází k ukládání tukové hmoty především do oblasti hýždí a stehen. Z hlediska výskytu civilizačních nemocí je méně rizikový (Hronek, 2013).

Tabulky (Tabulka 2, Tabulka 3) znázorňují vztah mezi poměrem obvodu pasu a boků a zdravotním rizikem z hlediska KVS komplikací. Uvedené parametry jsou stanoveny speciální pracovní skupinou, zabývající se řešením obezity, při Světové zdravotnické organizaci (WHO).

Tabulka 2 Kategorie rozložení tělesného tuku podle poměru WHR

| Kategorie | Poměr obvodu pasu a boků | |
|-----------------|--------------------------|-------------|
| | Muži | Ženy |
| Spíše periferní | ≤ 0,84 | ≤ 0,74 |
| Vyrovnané | 0,85 – 0,89 | 0,75 – 0,79 |
| Spíše centrální | 0,90 – 0,94 | 0,80 – 0,84 |
| Centrální | ≥ 0,95 | ≥ 0,85 |

(Hronek, 2013)

Tabulka 3 Stanovení rizika zdravotních komplikací obezity podle hodnot obvodu pasu

| Kategorie | Obvod pasu | |
|-----------|------------|------|
| | Muži | Ženy |
| Zvýšené | > 94 | > 80 |
| Vysoké | > 102 | > 88 |

(Hronek, 2013)

S množstvím netučné hmoty (*lean tissue mass* – LTM) koreluje hodnota ideální tělesné hmotnosti (*ideal body weight* – IBW). IBW hodnota je determinována tělesnou výškou, kterou je potřeba k jejímu výpočtu dosadit do predikční rovnice. Ideální hmotnost ženy lze vypočítat touto rovnicí:

$$IBW \text{ (kg)} = (0,593 \times \text{tělesná výška (cm)}) - 38,6$$

(Hronek, 2013)

6.3.2 Kaliperace

Jednou ze základních metod pro určení množství tělesného tuku je kaliperace. Měření lze provádět na různých částech těla pomocí kaliperu. Vyšetření by měl provádět nejlépe jeden odborně proškolený pracovník, a to přesně definovaným způsobem. Při měření je nutné brát ohled také na to, že tloušťka kůže a její stlačitelnost je na různých místech těla variabilní. Chybné určení tloušťky tukové tkáně na daném místě by ovlivnilo výpočet množství tělesného tuku (Martin et al., 1992). Pro změřené hodnoty tloušťky kožních řas existuje řada specifických rovnic, kam lze zjištěné hodnoty dosadit a vypočítat tak množství tuku v organismu. Vztah mezi množstvím podkožního a celkového tělesného tuku je přímo úměrný, takže lze údaje díky změření tloušťky kožních řas dopočítat. V případě vysokého procenta podkožního tuku je u jedince zvýšené riziko vzniku dyslipidemie. Na druhou stranu jedinci s nízkým procentem podkožního tuku mohou být náchylnější k rozvinutí respiračních onemocnění (Hronek, 2013).

Vzhledem k tomu, že existují různé metody pro stanovení tělesného tuku, je rozdílný i počet měřených kožních řas v těchto metodách. Rozložení tělesného tuku v těle je rozdílné, a proto je nejvýhodnější měřit na co nejvíce místech. Nejčastěji se u nás využívá metoda odhadu tělesného složení z deseti řas podle Pařízkové (1962). Měří se řasy na tváři, krku, hrudníku I a II, břiše, boku, zádech, paži, stehně a lýtku. Výsledky jsou poté použity k výpočtům specifických rovnic, které byly odvozeny pro určitou populaci lidí. Příkladem mohou být níže uvedené rovnice pro muže a ženy ve věku 17 – 45 let:

$$\%T (\text{muži}) = 28,96 * \log x - 41,27$$

$$\%T (\text{ženy}) = 35,572 * \log x - 61,25$$

kde % T = procento tělesného tuku a x = součet deseti kožních řas v mm

Kromě této metody se uplatňuje ještě původní Matiegkova metoda nebo její modifikace dle Drinkwatera.

Mezi jednu z prvních nepřímých metod pro odhad tělesného složení patří tzv. Matiegkova metoda (1921), která vychází z tříkompartimentového modelu. Byla používána hlavně v dobách, kdy ještě bioimpedanční přístroje nebyly v praxi běžně dostupné. Pro výpočty je nutné proměřit tloušťku kožních řas, tělesné obvody, hmotnost, výšku a rozměry kostí. Procentuální zastoupení svalů, tuku a kostí z celkové tělesné hmotnosti je zjištěno pomocí výsledků z výpočtů, které byly odvozeny z následující rovnice:

$$m = O + D + M + R$$

kde m = celková tělesná hmotnost, O = hmotnost kostí, D = hmotnost kůže a podkoží (včetně podkožního tuku), M = hmotnost svalů, R = hmotnost zbytku (např. orgánů)

(Kokaisl, 2007, Riegrová, 1993)

6.3.3 Bioimpedanční analýza

Bioimpedanční analýzu řadíme mezi metody, které se využívají ke zjištění tělesného složení a posouzení klinického stavu pacienta. Díky tomu, že se jedná o neinvazivní, levnou a bezpečnou metodu, je možné ji v praxi často využívat (Khalil et al., 2014). Dalšími výhodami této metody může být i nenáročné a rychlé vyšetření a použití přenosných zařízení. Výsledky získané z bioimpedanční analýzy jsou navíc ihned k dispozici a snadno reprodukovatelné (Kyle et al., 2004).

K měření se používají tři základní typy zařízení: jednofrekvenční, vícefrekvenční a spektroskopie. V praxi se v dnešní době uplatňují všechny typy zařízení, ačkoliv prvním komerčně dostupným byl jednofrekvenční přístroj (Mulasi et al., 2015).

Přestože se mnoho bioimpedančních přístrojů v měření netučné tkáně a dalších kompartmentů tělesného složení ukázalo u zdravých jedinců relativně validní, tak při vyhodnocení tělesné kompozice u obézních jedinců mohou být výsledky poměrně nepřesné (Mulasi et al., 2015).

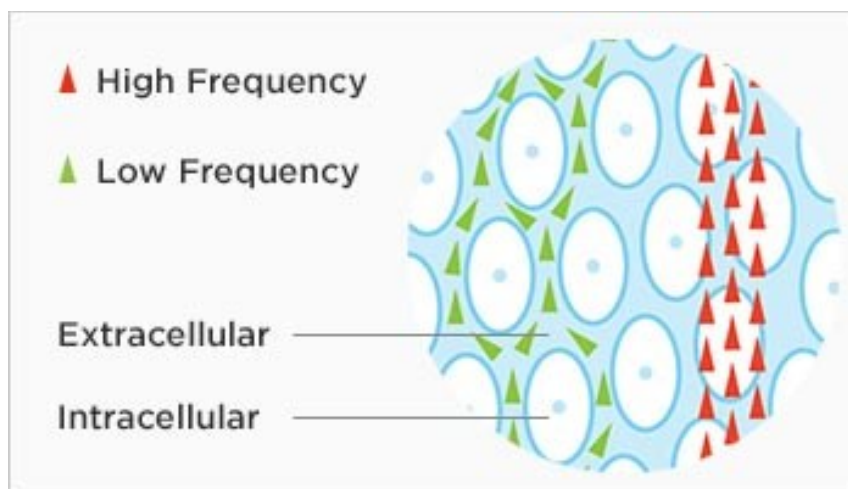
6.3.3.1 Princip bioimpedance

Tato metoda je založena na schopnosti tělních tkání tvořit odpor průchodu elektrického proudu. Odpor, který vzniká je výrazně závislý na míře hydratace

jednotlivých tkání (Lopot, 2016). Proud dobře prostupuje tkáněmi, které jsou bohaté na vodu a elektrolyty, to je např. krev a svalová hmota. Zato tukovou hmotou nebo kostmi bude proud procházet hůře (Ellis, 2000). Nízkofrekvenční proud není schopný proniknout skrz klasickou membránu a proudí pouze extracelulární tekutinou. Zato vysokofrekvenční proud už je schopný proniknout jak extracelulárním, tak intracelulárním prostorem a tyto dva kompartmenty od sebe rozlišit (Peremský, 2013). Tyto skutečnosti jsou znázorněny v obrázku (Obrázek 1) níže.

V případě, že tělo nebo jeho část bereme jako prostorový (objemový) vodič, můžeme ze zjištěných tělesných rozměrů a hodnot impedance vypočítat objemy jednotlivých kompartmentů tělesných tekutin, tedy i celkové množství tělesné vody. Lze takto zjistit jaké jsou rozdíly oproti normální hydrataci u svalové a tukové tkáně a tyto poznatky využít k hodnocení tělesného složení a nutričního stavu (Lopot, 2016).

Obrázek 1 Průtok nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního proudu tělními tkáněmi



Zdroj: <https://support.tanita.eu/support/solutions/articles/60000663042-how-does-tanita-measure-body-composition> (29. 4. 2024)

6.3.3.2 Výpočty související s BIA

Z elektrického hlediska je impedance (Z) vyjádřena jako obstrukce při vedení střídavého proudu a díky tomu je závislá na frekvenci aplikovaného proudu. V souvislosti s lidským tělem se v praxi běžně užívá termín bioimpedance. Je to komplexní veličina, která je tvořena dvěma odpory. Prvním typem odporu (R) je ten, který je tvořen celkovou tělesnou tekutinou (ECW + ICW). Reaktance (X_c) je druhým

typem odporu, který ovšem úzce souvisí s kapacitou buněčných membrán. Matematický vztah mezi odporem a reaktancí lze určit pomocí níže uvedené rovnice:

$$Z = R + X_c$$

Impedance (Z) se dá vyjádřit jako vektorový součet rezistance (R) a reaktance (X_c). Definována je velikostí impedance ($|Z|$) a fázovým úhlem (ϕ) podle následujících rovnic:

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

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_c}{R}\right) \quad (\text{Khalil et al., 2014})$$

Fázový úhel (ϕ) charakterizuje integritu buněčných membrán, jejich permeabilitu, hydrataci a velikost. Fázový úhel lze interpretovat jako indikátor distribuce vody mezi extracelulárními a intracelulárními prostory. Jedná se o jeden z nejcitlivějších indikátorů podvýživy (Talluri et al., 1999). V několika klinických studiích bylo zjištěno, že fázový úhel může sloužit jako prognostický marker u onemocnění, při kterých dochází k poruchám integrity buněčných membrán a změnám v rovnováze tělesných tekutin. Takovým příkladem může být infekce virem HIV, jaterní cirhóza, CHOPN, hemodialýza nebo sepse (Gupta et al., 2004).

Rezistance (R) objektu je určena jeho tvarem. Ten lze popsat délkou (L) a plochou povrchu (A). Kromě těchto dvou veličin závisí také na typu materiálu objektu, který charakterizuje rezistivita (ρ). Vztah mezi veličinami popisuje tato rovnice:

$$R_{(ohm)} = \rho_{(\Omega.m)} \frac{L_{(m)}}{A_{(m^2)}}$$

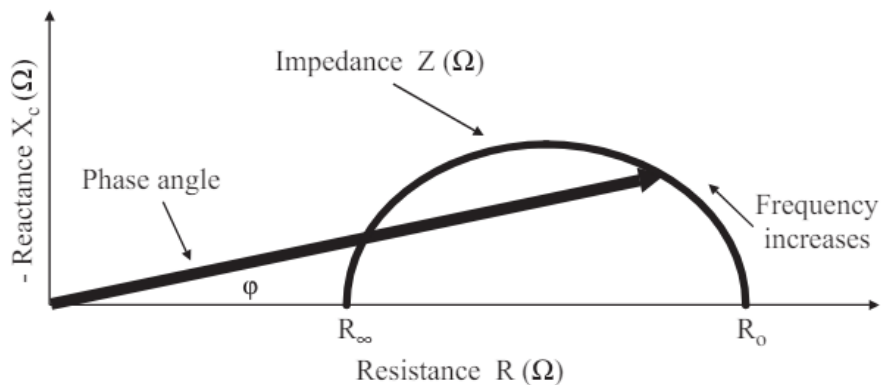
Reaktanci (X_c) objektu znázorňuje dále uvedená rovnice. Tuto veličinu definujeme jako odpor vůči kolísajícímu napětí objektu. Reaktance je nepřímo úměrná frekvenci (f) i kapacitanci (C).

$$X_{c(ohm)} = \frac{1}{2\pi f_{(Hz)} C_{(Farad)}}$$

Schopnost nevodivých předmětů akumulovat elektrický náboj označujeme jako kapacitanci (C). Je rovna poměru mezi změnou napětí na objektu (dV/dt) a proudem procházejícím tímto objektem (I(t)). Vztah výše popsanych veličin je znázorněn následující rovnicí:

$$C_{(Farad)} = \frac{dV(t)}{dt} / I(t) \quad (\text{Khalil et al.,2014})$$

Obrázek 2 Grafické odvození fázového úhlu vyjádřené pomocí diagramu



Zdroj: Kyle et al., 2004

Vysvětlivky: Reactance (X_c) – reaktance; Phase angle (φ) – fázový úhel; Impedance (Z) – impedance; Resistance (R) - rezistance; Frequency increases – zvyšující se frekvence; R₀ – odpor při nulové frekvenci; R_∞ - odpor při nekonečné frekvenci

Obrázek (Obrázek 2) popisuje vztah mezi reaktancí (X_c), impedancí (Z), rezistancí (R) a frekvencí aplikovaného proudu. Z obrázku je patrné, že vektor Z v rovině R/X_c vytváří půlkruhovou trajektorii, jejíž tvar se mění v závislosti na frekvenci procházejícího proudu (Lopot, 2016).

Pomocí základního měření odporu je možné bioimpedančním měřením odhadnout tělesné složení. To je založeno na určení objemu těla (V_b) jak ukazuje níže uvedená rovnice:

$$V_b (m^3) = \rho_{(\Omega.m)} \frac{L^2 (m)}{R_{(ohm)}}$$

Kdybychom si lidské tělo představili jako objem, mohli bychom ho rozdělit na dvě části. Tučnou hmotu (FM) považujeme za nevodivou část těla, která je rovna rozdílu mezi tělesnou hmotností (*body weight*, Wt_{Body}) a netučnou hmotou (*fat free mass*, FFM) Za vodivou část těla je považována právě netučná hmota, která obsahuje vodivé elektrolyty rozpuštěné v tělesné vodě. Hlavní složkou netučné hmoty je celková tělesná voda (TBW). U normálně hydratovaných jedinců tvoří přibližně 73 % netučné hmoty. Vztahy mezi uvedenými veličinami popisují níže uvedené rovnice:

$$FM = Wt_{Body} - FFM$$

$$TBW = 0.73 FFM$$

(Khalil et al., 2014)

Pro měření bioimpedance se používají jednofrekvenční, vícefrekvenční a spektroskopické bioimpedanční přístroje. Pomocí těchto zařízení lze změřit bioimpedanci nejen celého těla, ale i jeho určité části. (Lopot, 2016)

6.3.3.3 Metody bioimpedanční analýzy

6.3.3.3.1 Jednofrekvenční bioimpedanční analýza (SF-BIA)

Již název této metody napovídá, že při měření bioimpedance se používá pouze jedna frekvence a to 50 kHz. Proud prochází povrchovými elektrodami, které se většinou umísťují na ruku a nohu, ale u některých přístrojů můžeme najít i umístění noha – noha nebo ruka – ruka. Při frekvenci 50 kHz přístroje BIA ve skutečnosti neměří celkovou tělesnou tekutinu (TBW), ale vážený součet rezistancí extracelulární (ECW) a intracelulární tekutiny (ICW). Celková tělesná tekutina je tedy predikovaná bez rozlišení jednotlivých objemů extracelulární a intracelulární tekutiny. Díky empirickým vztahům a lineárně regresivním rovnicím, se kterými BIA pracuje, může tato metoda odhadnout i množství netučné tkáně (FFM). Nevýhodou této metody ovšem je, že množství FFM lze správně odhadnout pouze u jedinců s normální hydratací tkání (Kyle et al., 2004, Khalil et al., 2014).

6.3.3.3.2 Vícefrekvenční bioimpedanční analýza (MF-BIA)

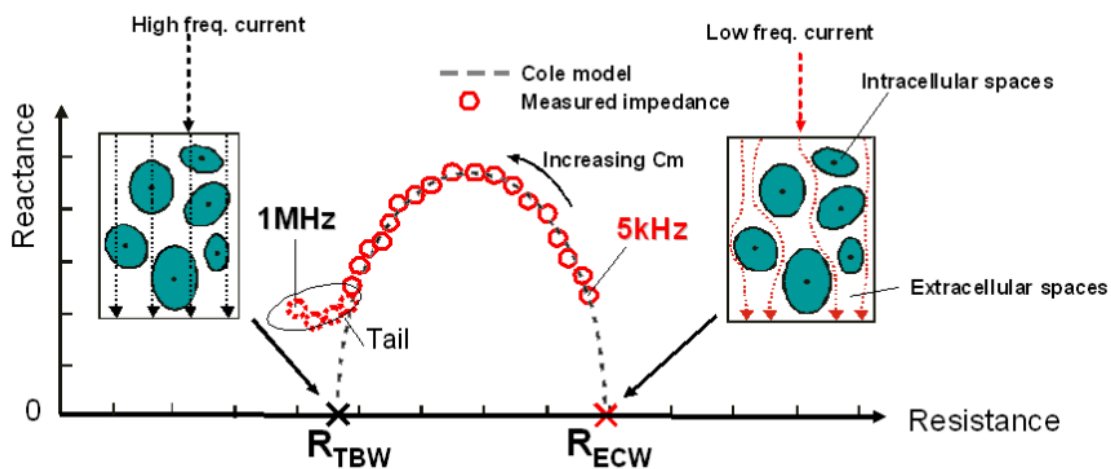
MF-BIA podobně jako SF-BIA využívá k výpočtům empirické lineární regresní modely, ale měření bioimpedance probíhá při vícero frekvencích. MF-BIA využívá

frekvence o velikostech 0, 1, 5, 50, 100, 200 až 500 kHz pro vyhodnocení netučné hmoty (FFM), celkové tělesné tekutiny (TBW), extracelulární tekutiny (ECW) a intracelulární tekutiny (ICW). Hannan et al. ovšem uvedli, že při frekvencích nižších 5 kHz a vyšších 200 kHz byla zaznamenána špatná reprodukovatelnost, a to především pro reaktanci při nízkých frekvencích. Zároveň také podotkli, že MF-BIA vedla ve srovnání s bioelektrickou spektroskopií (BIS) k lepšímu odhadu celkové tělesné vody a stejnému odhadu extracelulární tekutiny u chirurgických pacientů. Olde-Rikkert et al. uvedli, že MF-BIA nedokázala detekovat změny v distribuci tekutiny mezi extracelulárním a intracelulárním prostorem u starších pacientů. Podle Patel et al. bylo kriticky nemocným pacientům pomocí MF-BIA naměřeno množství TBW méně přesně než s metodou SF-BIA (Kyle et al., 2004).

6.3.3.3 Bioimpedanční spektroskopie (BIS)

Analýzu bioimpedančních dat získaných při využití velkého množství frekvencí provádí metoda bioimpedanční spektroskopie (BIS) (Khalil et al., 2014). K měření využívá minimálně 50 frekvencí, které mohou být v mezích od velmi nízkých až do 1000 kHz (Mulasi et al., 2015). Díky těmto skutečnostem je možné změřit množství celkové tělesné tekutiny (TBW), ale i to, jaká je její distribuce do extracelulárního a intracelulárního prostoru. V průběhu měření se hodnoty odporu a reaktance při jednotlivých měřených frekvencích zaznamenávají do grafu, který je následně porovnáván s tzv. Cole-Cole diagramem. Zmíněný diagram představuje křivku vektoru impedance, která se zvyšující se frekvencí nabývá charakteristického tvaru půlkružnice. Diagram umožňuje odhadnout hodnotu tělesného odporu při teoretické nulové frekvenci R_0 a odporu při teoretické nekonečné frekvenci R_∞ pomocí extrapolace. Tělesné složení tedy BIS nestanovuje podle empirických rovnic jako BIA, ale pracuje s Cole-Cole diagramem a Hanaiovou teorií (Jaffrin et Morel, 2008).

Obrázek 3 Cole-cole diagram pro měření bioimpedance



Zdroj: <https://portal.faf.cuni.cz/getattachment/Groups/Clinical-physiology-of-nutrition-and-metabolism/News/Bioimpedancni-spektroskopie-a-predikce-hodnot-telesne-kompozice.pdf.aspx> (1. 5. 2024)

Vysvětlivky: Reactance – reaktance, resistance – odpor, extracellular spaces – mezibuněčné prostory, intracellular spaces – nitrobuněčné prostory, low frequency current – el. proud s nízkou frekvencí, high frequency current – el. proud s vysokou frekvencí, Cole model – Coleův model, measured impedance – naměřená impedance, increasing Cm – zvyšující se kapacitance, R_{TBW} – odpor při nekonečné frekvenci, R_{ECW} – odpor při nulové frekvenci

Výpočet objemů extracelulární a intracelulární tekutiny (ECW a ICW) je založen na aplikaci předpokladů vyplývajících z Cole-Cole diagramu na rovnice odvozené z Hanaiovy teorie směsi. Tato teorie popisuje, jak jsou elektrické vlastnosti tkání lidského těla ovlivňovány kombinací vodivých (netučná hmota, voda, elektrolyty) a nevodivých složek (tučná hmota, kosti) (Mulasi et al., 2015). Hanaiova teorie předpokládá, že elektrický odpor vodivých roztoků se zvýší s rostoucí koncentrací nevodivých částic v roztoku. To je způsobeno tím, že proud musí obtékat nevodivé částice, a to prodlouží vodivou dráhu a zvýší odpor. Při matematickém vyjádření tohoto modelu je nutné substituovat objem směsi za hmotnost a hustotu a místo délky vodiče použít jeho výšku. Pro výpočet ECW slouží následující rovnice:

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

Kde

$$F_{\text{ecf}} = (Wt^{1/2}Ht^2/R_{\text{ecf}})^{2/3}$$

Vysvětlivky: k_{ecf} – konstanta zjištěná regresí ECW měřená bromidovou dilucí proti F_{ecf} , F_{ecf} – frekvence, Wt – hmotnost, Ht – výška, R_{ecf} – odpor při nulové frekvenci zjištěný z Cole-Cole diagramu

Pro výpočet ICW slouží tato rovnice:

$$ICW = r_{\text{IE}} ECW$$

Hodnota ECW se získá z rovnic uvedených výše a hodnota r_{IE} podle následující rovnice:

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

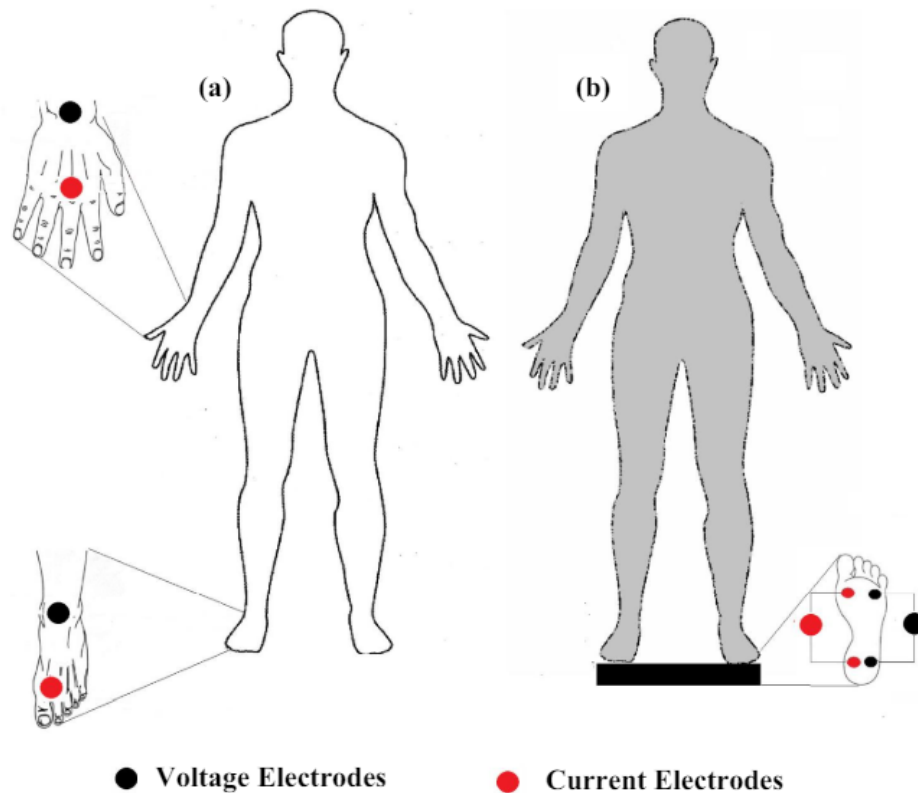
Vysvětlivky: r_{IE} – poměr ICW k ECW získaný pomocí diluční metody, r_{LH} – poměr odporu při nulové a nekonečné frekvenci predikovaný Cole-Cole diagramem, k_p – konstanta zjištěná regresí $[(1 + r_{\text{IE}})^{5/2} / r_{\text{LH}} - 1]$ proti r_{IE}

(Gudivaka et al., 1999)

6.3.3.3.4 Celotělové bioimpedanční měření

Měření celotělové bioimpedance je v praxi nejčastěji používanou metodou pro stanovování tělesného složení. Pro měření se využívají přístroje, které využívají tyto tři postupy: metoda ruka – noha, metoda ruka – ruka a metoda noha – noha. Nejčastěji je z těchto metod používána čtyřelektrodová metoda měření z ruky do nohy, kdy je vyšetřovaný pacient vleže na zádech. Při měření bioimpedance pomocí metody noha-noha stojí pacient ve vertikální poloze s bosými chodidly na čtyřech nášlapných elektrodách. Elektrody jsou pro každou nohu rozděleny na přední a zadní část pro zajištění vstupu proudu a měření napětí. Oproti metodě ruka-ruka je toto měření přesnější, protože kontakt s chodidly je konstantní a úplný díky působení pacientovy hmotnosti. Při metodě ruka-ruka je vyžadováno držení elektrod s nataženými pažemi rovně před tělem a stlačování úchopů. Možné nepřesnosti v měření by se mohly vyskytnout v případě, kdyby vyšetřovaný pacient nedržel a nestlačoval úchopy správně (Khalil et al., 2014, Jaffrin, 2009). Obrázek níže (Obrázek 4) popisuje umístění elektrod při celotělové bioimpedanční analýze.

Obrázek 4 Znáznornění celotělového měření bioimpedance



Zdroj: Khalil et al., 2014

Vysvětlivky: a) metoda ruka-noha, b) metoda noha-noha

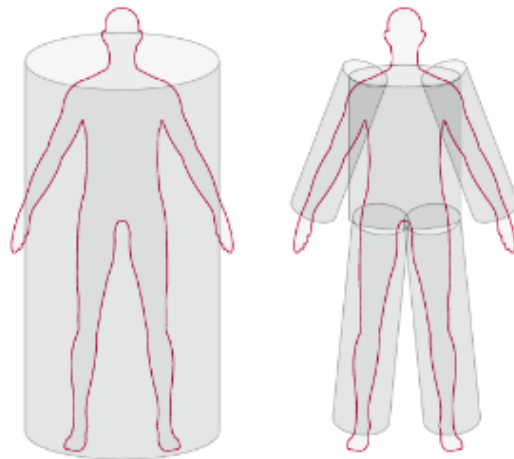
Voltage Electrodes – elektrody pro snímání napětí, Current Electrodes – elektrody pro přívod proudu

6.3.3.3.5 Segmentové měření bioimpedance (SEG-BIA)

Při celotělovém měření bioimpedance vnímá přístroj lidské tělo jako jeden pomyslný válec s konstantní rezistivitou. Trup ovšem přispívá k celotělovému odporu jen malou měrou (cca 10 %), ale obsahuje poměrně značné množství vodivého objemu (cca 50 %). Ačkoliv se předpokládá, že změny v objemu nebo v množství tuku v této oblasti nemají na měření celého těla velký vliv, tak i přesto je tento fakt důležité brát v úvahu u lidí s nadváhou a obezitou. Segmentová analýza oproti celotělové dělí lidské tělo na pět pomyslných válců s různým odporem. Horní končetiny představují dva válce, dolní končetiny další dva válce a poslední válec představuje trup. Tyto pomyslné válce poté měří bioimpedanční přístroj odděleně. Takové měření je oproti celotělové analýze výhodnější pro predikci hmoty kosterního svalstva a určování pohybu a distribuce tekutin u převodněných pacientů a pacientů s dialýzou (Shafer et al., 2009,

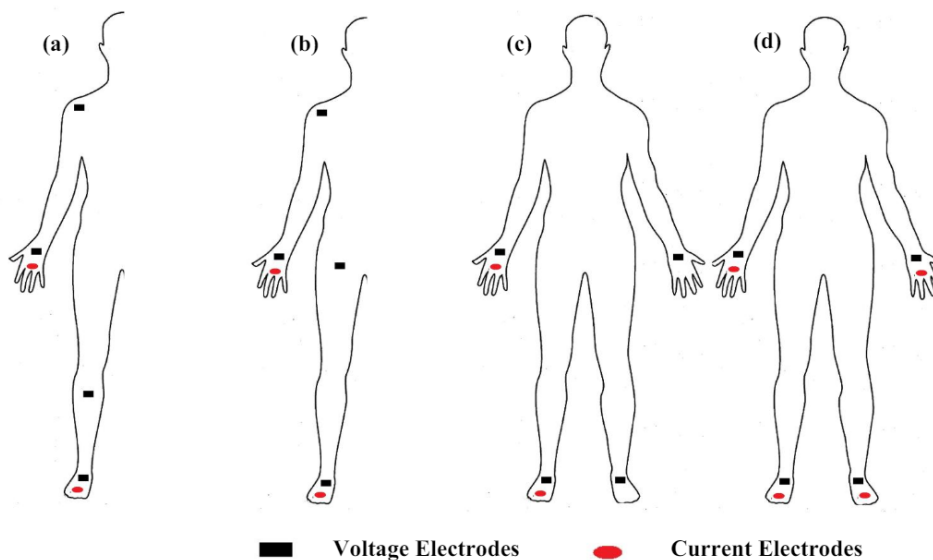
Mulasi et al., 2015, Khalil et al., 2014). Obrázky níže (Obrázek 5 a 6) popisují celotělovou a segmentovou bioimpedanční analýzu.

Obrázek 5 Znárodnění celotělového a segmentového měření bioimpedance



Zdroj: <https://sites.udel.edu/coe-engex/tag/bia/> (2. 5. 2024)

Obrázek 6 Znárodnění segmentového měření bioimpedance



Zdroj: Khalil et al., 2014

Vysvětlivky: Voltage Electrodes – elektrody pro snímání napětí, Current Electrodes – elektrody pro přívod proudu

6.4 Hodnocení tvorby mateřského mléka ve vztahu k tělesné kompozici – studie

Mangel et al. (2019) se ve své prospektivní observační studii zaměřili na hodnocení tvorby mateřského mléka ve vztahu k pregravidnímu BMI a stavbě prsu. Studie se účastnilo 109 žen, které byly podle WHO kategorií rozděleny na ženy s podváhou, normální hmotností, nadváhou a v kategorii obezity. Ze studie byly vyloučeny matky s DM 2. typu a s gestačním diabetem. Z výsledků této studie vyplývá, že vyšší pregravidní BMI negativně ovlivňuje iniciaci a udržení laktace do 6 měsíců věku dítěte. Obezita matky může ovlivňovat fyziologii laktogeneze prostřednictvím inzulínové rezistence a snížené odpovědi prolaktinu na sání dítěte. Navíc jsou u obézních žen vyšší predispozice k porodu císařským řezem, který je známým faktorem pro opožděné zahájení kojení. Na druhou stranu s vyšším BMI je spojena i větší velikost prsou, která může ovlivnit správné přisátí dítěte.

Problém zahájit a udržet kojení při vyšším BMI popisuje i review Wojcicki (2011) a Turcksin et al. (2014). Jako další se o tomto problému zmiňují např. Foster et al. (2006) a studie Garner et al. (2014) udává, že extrémně obézní ženy kojí nejkratší dobu.

Butte et al. (1984) popisují ve své studii, že průměrné množství vyprodukovaného mateřského mléka za den bylo 733 g. V průběhu 4 měsíců sledování se jeho množství signifikantně neměnilo. Hmotnost vyšetřovaných žen se postupně a stabilně snižovala během celého sledovaného období ($p \leq 0,001$) Tloušťka kožních řas nad tricipsem a bicipsem se významně neměnily. U suprailiální a subkapulární řasy došlo k signifikantnímu snížení ($p \leq 0,001$) a hodnota součtu všech kožních řas také významně poklesla ($p \leq 0,002$). Celkový tělesný tuk, odhadnutý z tloušťky kožních řas, klesl během 4 sledovaných měsíců z 28 % na 27 % ($p \leq 0,001$). Tato studie ovšem nezjistila žádné významné interakce mezi množstvím mateřského mléka a zkoumanými tělesnými parametry (hmotnost, výška, plocha povrchu těla, změna množství tělesného tuku, hmotnost před graviditou a hmotnostní přírůstek během těhotenství).

Fornes et al. (1995) se ve své práci zmiňují, že se během kojení tloušťka kožních řas významně snižuje. Statisticky významný rozdíl zaznamenali u hodnoty součtu čtyř

kožních řas (nad tricipsem, suprailiákální, subskapulární a na hrudníku) a to od 45. dne po porodu, kdy bylo $p < 0,01$.

Laskey et al. (1998) se ve své studii zaměřili na zkoumání kostních změn v průběhu prvních 3 měsíců v období laktace. Studie se účastnilo 80 žen, ze kterých 47 žen kojilo, 11 žen podávalo svému dítěti umělou výživu a 22 žen nebylo těhotných ani nekojilo, ale sloužily jako kontrolní subjekty. V polovině prvního měsíce a po 3 měsících kojení ženy absolvovaly denzitometrii celého těla, páteře, kyčle a předloktí. Objem mateřského mléka byl stanoven 6 – 8 týdnů po porodu a před tím, než děti začaly přijímat jakoukoli tuhou stravu. V 6 – 8. týdnu byly také odebrány vzorky mateřského mléka pro stanovení obsahu vápníku. Naměřený objem mateřského mléka byl u žen značně variabilní. Zjistilo se, že objem mateřského mléka pozitivně koreluje s váhou ($p < 0,0001$) a výškou ($p = 0,006$) dítěte. Korelace mezi výškou ($p = 0,92$) nebo hmotností ($p = 0,10$) žen a objemem mateřského mléka se ovšem jako významné neukázaly. Procentuální změna obsahu minerálních látek v bederní páteři negativně korelovala s objemem mateřského mléka (t ratio – 3,48; $p = 0,001$) a výškou matky (t ratio – 2,86; $p = 0,007$), což znamená, že pokles obsahu minerálních látek v kostech byl větší u vyšších žen a u těch, které měly větší objem mateřského mléka. Tato skutečnost naznačuje, že skelet může reagovat na signály, které vznikají přímo nebo nepřímo v odpovědi na sání dítěte. Nebylo však dokázáno, že by snížení obsahu minerálních látek v kostech bylo specificky spojeno se sekrecí vápníku do mateřského mléka. Mobilizace vápníku z kostí mohla ovšem významně přispět k množství vápníku potřebného pro tvorbu mateřského mléka. Zjištěný průměrný obsah minerálních látek v kostech byl 2200 g a v průběhu 72 dnů se snížil v průměru o 0,86 %. Významné změny kostních minerálních látek ($p < 0,005$) byly během sledovaného období zaznamenány u hrudní a bederní páteře, krčku stehenní kosti a kyčle.

Anderson et al. (1983) ve své práci poznamenali, že objem mateřského mléka se zvyšoval u matek donošených dětí od 3. do 14. dne po porodu ($p < 0,025$) na rozdíl od matek nedonošených dětí, kde nedošlo k žádné významné změně objemu během sledovaného období. Objem mateřského mléka byl u matek donošených dětí ve všech třech sledovaných dnech vyšší než u druhé skupiny matek a to významně 7. den

($p < 0,01$) a 14. den ($p < 0,005$). Nutno ovšem podotknout, že studie hodnotila množství mateřského mléka jen v průběhu prvních 14 dní po porodu.

Pérez – Escamilla et al. (1995) se zabývali tvorbou a zásobou mateřského mléka na základě potřeby ze strany dítěte. Odběry mléka prováděli ve 4., 5. a 6. měsíci po porodu. Průměrný objem mateřského mléka byl 797 g/den ve 4. měsíci, 749 g/den v 5. měsíci a 745 g/den v 6. měsíci. Nižší hodnoty množství mateřského mléka jsou způsobeny zavedením tuhé stravy v 5. a 6. měsíci hodnocení. Zjistili významný pozitivní vztah mezi porodní hmotností dítěte a objemem mateřského mléka. Zároveň podotkli, že porodní hmotnost dítěte ovlivňuje hlavně prenatální antropometrický stav matky a může tak nepřímo ovlivnit laktační výkon prostřednictvím potřeb dítěte. Provedli korelace mezi antropometrickými parametry matky (hmotnost, BMI a BF) a energetickou hustotou mléka a porodní hmotností dítěte. Z uvedených výsledků vyplynuly významné korelace mezi antropometrickými parametry matky a oběma pozorovanými parametry, kdy u většiny zjištěných hodnot bylo $p \leq 0,001$ ve všech obdobích. Podotkli ovšem, že pro lepší analýzu by bylo vhodné použít přímo prenatální antropometrické parametry matky, místo těch postnatálních, které ve studii využívali.

Bzikowska et al. (2018) ve své práci zkoumali vliv tělesné kompozice matky a její výživy na složení mateřského mléka. Měření byla prováděna v 1., 3. a 6. měsíci období laktace. Nejsilnější korelace s obsahem bílkovin v mateřském mléce byla zaznamenána ve 3. měsíci. Konkrétněji se jednalo o tělesnou hmotnost ($r = 0.63$; $p = 0.002$), BMI ($r = 0.59$; $p = 0.004$), tukovou hmotu v % ($r = 0.60$; $p = 0.003$), netučnou hmotu v kg ($r = 0.63$; $p = 0.001$), svalovou hmotu ($r = 0.47$; $p = 0.027$). Negativně s množstvím bílkovin v mateřském mléce korelovalo celkové množství tělesné vody ($r = -0.60$; $p = 0.003$). Množství tuku v mateřském mléce pozitivně korelovalo s výškou matky v 6. měsíci kojení ($r = 0.49$; $p = 0.039$) a poté s BMI v 1. měsíci kojení ($r = 0.33$; $p = 0.048$). Z těchto zjištění vyplývá, že právě tělesné složení matky ovlivňuje výživovou hodnotu mateřského mléka.

7. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

7.1 Základní informace o průběhu studie

Jedná se o klinickou studii, která se odehrává v ambulanci klinické fyziologie na nově postaveném kampusu Karlovy Univerzity v Hradci Králové. Studie je vedena doc. PharmDr. Miloslavem Hronkem PhD. ve spolupráci s Porodnickou a gynekologickou klinikou ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové. Tato studie byla rovněž schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice v Hradci Králové. Účast ve studii je zcela dobrovolná a účastnice z ní mohou kdykoliv odstoupit.

Do studie jsou zařazeny zdravé těhotné (prvorodičky) a kojící ženy. V průběhu těhotenství probíhají tři vyšetření – G1 mezi 17. a 27. týdnem těhotenství, G2 mezi 28. a 35. týdnem těhotenství a G3 mezi 36. a 38. týdnem těhotenství. Během laktace probíhají čtyři vyšetření – L1 po 3 týdnech od porodu, L2 po 3 měsících od porodu, L3 po 6 měsících od porodu a L4 po 9 měsících od porodu. Týden před návštěvou ambulance vyplňují účastnice dotazník, kam zaznamenávají svou fyzickou aktivitu a nutriční a 24 hodin před vyšetřením sbírají moč pro stanovení odpadového dusíku. Vyšetření probíhá v dopoledních hodinách a ženy na něj docházejí po 12hodinovém lačnění. Při každé návštěvě ambulance podepisují účastnice informovaný souhlas a jsou seznámeny s průběhem vyšetření, které provádí doc. PharmDr. Miloslav Hronek PhD. ve spolupráci se dvěma studenty z Farmaceutické fakulty v Hradci Králové. V rámci vyšetření se provádí nepřímá kalorimetrie, bioimpedance, dynamometrie, spirometrie a měří se tlak krve, výška a váha, množství podkožního tuku a obvody různých částí těla. U kojících žen se provádí odsávání mléka z jednoho prsu a měří se jeho objem. Na konci vyšetření se ženám na základě předchozí návštěvy sdělí možné nedostatky a doporučí se jim změny. Příkladem může být úprava výživy. Zároveň se ženy mohou na konci vyšetření doptat na věci, které je zajímají.

Tato diplomová práce je zaměřená na hodnocení tvorby mateřského mléka u kojících žen ve vztahu k jejich tělesné kompozici. Z tohoto důvodu se budou další části práce týkat pouze skupiny kojících žen.

7.2 Metodika studie

Do studie bylo zapojeno 11 kojících žen. Vyšetření v období laktace začala probíhat od 3. týdne po porodu a následně ženy docházely na pravidelná vyšetření po 3 měsících. Celkem tedy za období laktace navštívily ambulanci čtyřikrát a poslední návštěva, kterou ženy absolvovaly byla 9 měsíců od porodu. Vyšetření, která se prováděla v tomto období byla shodná s těmi v těhotenství, pouze s tím rozdílem, že u kojících žen se odsávalo mléko a měřil se jeho objem. Z období, ve kterém byla vyšetření prováděna, byla získána kompletní data ze všech čtyř návštěv u 6 žen. U zbývajících žen dokončí sběr dat nová dvojice studentek. Vzhledem k zaměření mojí diplomové práce zde budou popsány metody týkající se jejího zaměření.

7.2.1 Stanovení antropometrických parametrů

Během každého vyšetření se ženy vážily, měřily se jim tělesné obvody pomocí délkové míry a probíhalo také stanovení množství podkožního tuku kaliperací. Při první návštěvě se ženám měřila stadiometrem výška a pomocí délkového kaliperu se také stanovovala hmotnost kostry.

K vážení se používal přístroj *Body composition monitor Inner Scan, BC-532 (Tanita corporation, Tokio, Japonsko)*, který kromě měření tělesné hmotnosti poskytoval i údaje o procentuálním zastoupení tělesného a viscerálního tuku, vody, hmotnosti svalů a kostí, bazálním metabolismu, odhadovaném metabolickém věku a fyzickém ratingu. Na přístroji bylo vždy nutné nejprve nastavit pohlaví, věk a výšku a poté se na něj mohla bosá žena vyslečená do spodního prádla postavit a zvážit. Po vážení následovalo měření tělesných obvodů a množství podkožního tuku.

V průběhu první návštěvy bylo potřeba stanovit hmotnost kostry vyšetřované ženy. K tomuto účelu sloužil délkový kaliper. Měřila se jím šířka epikondylu humeru, zápěstí, kotníku a dolní epifýzy femuru.

7.2.2 Měření pomocí BCM

Ke stanovení tělesného složení byl použit také přístroj BCM (*Body Composition Monitor, Fresenius Medical Care AG & Co., Bad Homburg, Německo*).

Při měření ležely ženy na lůžku na zádech ve spodním prádle. Bylo nutné, aby měly horní končetiny odtažené od trupu a dolní končetiny od sebe pro prevenci vzniku vodivých můstků, při kterých by měření nebylo možné provést. Dlaně obou rukou směřovaly dolů. Místa na kůži, kam se umísťovaly měrné elektrody, byly nejprve odmaštěny. Poté se na pravou ruku za prsty a na zápěstí umístily 2 elektrody. Na pravou nohu se umístily 2 elektrody za prsty a na zánártí. Do přístroje bylo potřeba před daným měřením zadat údaje o vyšetřované ženě. Zadávaly se pohlaví, věk, výška a váha. Takto připravený přístroj se pomocí svorek připojil k elektrodám na ruce a noze a po spuštění mohlo probíhat vlastní měření. Naměřená data se ukládala na paměťové karty, které bylo možné z přístroje vyjmout a následně získané hodnoty analyzovat v programu *Fluid Management Tool*.

7.2.3 Měření objemu mateřského mléka

Poslední částí vyšetření kojících žen bylo stanovení množství odsátého mléka. K odsávání byla použita elektrická odsávačka mateřského mléka *Philips Avent (Philips)*. Mléko bylo odsáváno z jednoho prsu, ze kterého žena ráno nekojila. Následně byl objem mléka změřen pomocí odměrného válce. Všechny použité části odsávačky a odměrný válec byly po použití řádně umyty a varem dezinfikovány na další vyšetření. Mléko bylo v případě přání matce vráceno v čisté lahvičce.

7.3 Charakteristika skupiny kojících žen

Tabulka níže (Tabulka 4) popisuje věk, výšku, váhu a BMI z doby před graviditou. Tyto údaje jsou doplněny o proběhlá vyšetření za období laktace.

7 žen, které se studie účastnily, byly starší 30 let. Nejmladší ženě bylo 23 let a nejstarší 39 let. Všechny ženy byly prvorodičky. Z 11 žen vyšetřovaných v období laktace máme u 6 žen zaznamenané hodnoty ze všech čtyř vyšetření. Tyto hodnoty jsou v tabulce vyznačeny zeleně. U ostatních v době vyhodnocení dat zatím zbylá vyšetření neproběhla. Nejnižší žena byla vysoká 157 cm a nejvyšší 177,5 cm. Většina žen měla hmotnost dle BMI v normálních hodnotách. Objevila se jedna žena s obezitou, která měla BMI 34,66, ze sledovaného souboru žen byla nejmladší. Na druhou stranu nejstarší žena měla váhu před graviditou nejnižší, a to 45 kg, a BMI

16,33. Tyto hodnoty se podle indexu tělesné hmotnosti řadí do třídy podvýživy. Kromě antropometrických údajů popisuje tabulka i minimum, medián a maximum a 25% a 75% percentily.

Tabulka 4: Základní informace o skupině kojících žen

| Iniciály žen | Sledované období | Věk | Výška [cm] | **Hmotnost před graviditou [kg] | **BMI před graviditou [kg/m ²] |
|---------------------|------------------|-----|------------|---------------------------------|--|
| BB | L1 – L4 | 23 | 169 | 99 | 34,66 |
| HM | L1 – L3 | 39 | 166 | 45 | 16,33 |
| TP | L1 – L4 | 36 | 157 | 80 | 32,46 |
| HL | L1 – L4 | 26 | 170 | 59 | 20,42 |
| KK | L1 – L4 | 33 | 163 | 65 | 24,46 |
| ŘV | L1 – L3 | 29 | 158,5 | 59 | 23,49 |
| SK | L1 – L2 | 31 | 177,5 | 70 | 22,22 |
| FD | L1 – L4 | 35 | 165 | 55 | 20,20 |
| HK | L1 – L4 | 33 | 170 | 53 | 18,34 |
| WE | L1 – L2 | 31 | 165 | 70 | 25,71 |
| MB | L1 | 30 | 164 | 69 | 25,65 |
| Minimum | | 23 | 157 | 45 | 16,33 |
| Percentil 25 | | 29 | 161,88 | 55 | 20,2 |
| Medián | | 31 | 165 | 65 | 23,49 |
| Percentil 75 | | 35 | 169,25 | 70 | 25,71 |
| Maximum | | 39 | 177,5 | 99 | 34,66 |

Vysvětlivky: BMI – index tělesné hmotnosti

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

V tabulce (Tabulka 4) jsou zeleně zvýrazněná období u kojících žen, u kterých proběhla všechna čtyři vyšetření.

8. VÝSLEDKY

8.1 Statistické zpracování výsledků

Statistické zpracování výsledků bylo provedeno v programu Microsoft Excel 365 a R (R Core Team, 2021). Data byla zpracována a vyhodnocena pomocí popisné statistiky. Pro zjištění charakteru zkoumaných dat byl použit Shapiro-Wilkův test, který prokázal nenormální rozdělení. Z tohoto důvodu se dále k hodnocení dat využívají minima, maxima, mediány a 25% a 75% percentily.

Pro otestování statisticky významných rozdílů byl použit Friedmanův neparametrický párový test. Pokud byla hladina významnosti $p \leq 0,05$, jednalo se o statisticky významnou změnu v průběhu sledovaného období. V rámci vyhodnocení naměřených dat se provedla také korelační analýza, při které se použila Spearmanova korelace. Tato korelace hodnotila souvislost mezi produkcí mateřského a naměřenými parametry.

8.2 Limitace studie

Vyhodnocení této studie je limitováno několika faktory. Z malého množství žen, které se této studii účastnily, není možné v této práci vyvodit obecné závěry. Data, která jsou zde vyhodnocena, se týkají pouze šesti kojících žen, protože tyto ženy absolvovaly všechna čtyři vyšetření v době mé účasti na diplomové práci. Zúčastněné ženy žily v Hradci Králové a jeho okolí, pro validnější výsledky by bylo vhodné, aby se studii účastnily i ženy z jiných částí České republiky. Výsledky mé diplomové práce jsou pouze jedním fragmentem celé longitudinální studie.

8.3 Vyhodnocení

V tabulce (Tabulka 5) jsou uvedeny hodnoty naměřeného objemu mateřského mléka společně s hodnotami hmotnosti, BMI a BSA zjištěné za všechna vyšetření provedená v průběhu laktace. Uvedena je také hodnota pregravidního BSA. Největší množství mateřského mléka bylo zaznamenáno u žen, které z hlediska BMI spadaly do kategorie obezity. Tyto dvě ženy měly objem mateřského mléka většinou nad 100 ml. Kromě těchto dvou žen bylo odměřeno 105 ml mléka ženě s iniciálami FD při třetím

vyšetření. Tato žena z hlediska BMI spadala do kategorie nadváhy. U jiných žen už objem mateřského mléka nad 100 ml nebyl při žádném vyšetření naměřen. Minimální naměřený objem při vyšetření L1 byl 28 ml, při vyšetření L2 35 ml, při vyšetření L3 41 ml a při vyšetření L4 0 ml. Většina minimálních objemů byla naměřena jedné ženě, která ovšem podle BMI spadala do kategorie normální hmotnosti. Maximální naměřené objemy mateřského mléka byly za vyšetření L1 114 ml, za vyšetření L2 176 ml, za vyšetření L3 173 ml a za vyšetření L4 147 ml. Většina maximálních objemů byla také naměřena jedné ženě, a to té, která měla BMI nejvyšší z hodnocených žen. Hodnoty BMI této ženy se pohybovaly v průběhu celého vyšetření v kategorii obezity. Z tabulky je také patrné, že u většiny žen od vyšetření L1 produkce mléka stoupala a polovina žen nejvyšších hodnot dosahovala při vyšetření L3. U posledního vyšetření L4 je objem mléka oproti předchozímu vyšetření u všech žen nižší. Společně s množstvím mateřského mléka se u dotyčných žen v průběhu laktace měnila také hmotnost. Nejvyšší úbytek hmotnosti zaznamenaný v průběhu vyšetření byl 12,7 kg. Žena, u které byl zjištěn, měla na začátku měření nejvyšší hmotnost, ale ve většině vyšetření jí byl také naměřen největší objem mateřského mléka.

Tabulky (Tabulka 6, Tabulka 7) charakterizují tělesné složení žen měřené pomocí bioimpedanční analýzy. Jsou zde uvedeny parametry jako tělesný a viscerální tuk, obsah vody, hmotnost tučné a netučné hmoty a odhadovaný basální metabolismus. Množství tělesného tuku se u většiny žen v průběhu sledovaného období snížilo. U ženy s iniciálami TP se tato hodnota ovšem postupně zvyšovala. Z tabulky (Tabulka 5) vyplývá, že u této ženy jako jediné je objem mateřského mléka vždy nad 100 ml. Minimum tělesného tuku z počátečních 26,3 % pokleslo na hodnotu 24 %. Medián procentuálního zastoupení tělesného tuku se za sledované období rovněž snížil z 30,4 % na 29,4 %. Hodnota maxima tělesného tuku se v průběhu sledovaného období snížila z počátečních 43,1 % z vyšetření L1 na koncových 37,4 %. Nejvyšší úbytek tělesného tuku 6,1 % byl zaznamenaný u ženy s iniciálami BB a nejnižší úbytek tělesného tuku 1,2 % u ženy s iniciálami FD.

Obsah vody se během laktace u většiny žen zvyšuje. Výjimkou je žena s iniciálami KK, u které došlo ke snížení z 49,2 % na 48 %. Minimální obsah vody se během období laktace zvýšil ze 42,8 % na 43,8 %. U mediánu došlo k malému snížení

o tři desetiny procenta z 46,6 % na 46,3 %. Maximální obsah vody během sledovaného období vzrostl z 49,8 % na 52,4 %.

Množství viscerálního tuku se během laktace u žen také mění. Většina žen má při posledním vyšetření L4 tohoto tuku méně. Nejčastěji se jeho množství snížilo o 0,5 % a nejvyšší úbytek činil 2,5 %. Výjimku opět tvoří žena s iniciálami TP, které je při posledním měření zjištěna hodnota o 0,5 % vyšší než při L1.

Hmotnost netučné hmoty se v průběhu vyšetření u většiny žen snížila. K malému zvýšení ze 42 kg na 42,8 kg došlo u ženy s iniciálami HL. Hodnoty 42 kg a 42,8 kg jsou rovněž hodnoty minim z vyšetření L1 a L4. Medián klesl ze 46,2 kg na 45,3 kg a maximální hmotnost netučné hmoty se snížila z 54,7 kg na 52,8 kg.

Hmotnost tučné hmoty se u všech žen kromě ženy s iniciálami TP během období laktace snižovala. U této ženy došlo ke zvýšení z počátečních 26,9 kg na 28,8 kg. Minimální hmotnost tučné hmoty v období L1 byla 15,7 kg a v období L4 14,4 kg. Medián klesl z původní hodnoty 21,9 kg na 20,2 kg. Maximální hmotnost tučné hmoty se v průběhu vyšetření snížila o 10,8 kg, a to z hodnoty 43,5 kg na 32,7 kg. Obě tyto hodnoty byly naměřeny ženě s nejvyšším BMI.

Tabulky (Tabulka 8, Tabulka 9) popisují změny tělesných obvodů v průběhu laktace. Největší obvod hrudníku byl ženám naměřen při prvním vyšetření L1. V průběhu sledovaného období došlo u žen s iniciálami TP, KK, FD a HK k nárůstu tohoto obvodu v období L2 nebo L3 a při posledním vyšetření L4 byl většině žen naměřen objem hrudníku nižší než při vyšetření L1. Výjimkou je žena s iniciálami FD, která měla na začátku sledovaného období obvod hrudníku 95,5 cm a při posledním vyšetření 96 cm. Minimální objem hrudníku byl ve všech obdobích naměřen ženě s iniciálami HK. Ta měla ve třech obdobích zaznamenán nejnižší objem mateřského mléka. Minimum obvodu hrudníku tedy bylo 86 cm za vyšetření L1 a 85 cm za vyšetření L4. Medián tohoto obvodu při vyšetření L1 je 96 cm a během sledovaného období se při L3 zvýšil až na 97,8 cm a poté klesl na 94,8 cm. Maximum obvodu hrudníku se ve sledovaném období pohybovalo od 106 cm za vyšetření L1 i L2, při vyšetření L3 došlo k nárůstu na 108 cm a poté ke snížení na 104 cm. Většina maximálních hodnot obvodu hrudníku byla naměřena ženě, která měla při všech

vyšetřeních objem mléka větší než 100 ml. Tato žena byla ovšem podle BMI zařazena do kategorie obezity.

Obvod pasu se v průběhu sledovaného období u většiny žen snižuje. Výjimku tvoří žena s iniciálami FD, u které došlo k mírnému zvýšení. Minima za sledovaná období patří opět ženě s iniciálami HK. Za vyšetření L1 je tedy minimum obvodu pasu 83 cm a na konci sledovaného období se tento parametr snížil ještě na 78 cm. Medián za vyšetření L1 činí 90,3 cm. V průběhu sledovaného období se zvyšuje až na 92,3 cm naměřených při vyšetření L3 a následně klesne na hodnotu 89 cm získanou z posledního vyšetření L4. Maximum obvodu pasu se od začátku období laktace snížilo ze 109 cm na 100 cm. Největší rozdíl hodnot byl zaznamenán u ženy s iniciálami KK, u které došlo ke zmenšení obvodu pasu o 9,5 cm.

U obvodu boků došlo v průběhu laktace ke zmenšení u všech sledovaných žen. Minimální obvod boků se během sledovaného období zmenšil z 96 cm na 92 cm. Medián z počátečních 104 cm klesl na 99,8 cm a maximální obvod boků se zmenšil ze 121 cm na 111,5 cm. Největší rozdíl hodnot mezi prvním a posledním vyšetřením byl zaznamenán u ženy s iniciálami BB. Tato žena měla obvod boků menší o 9,5 cm.

Obvod levé paže se u čtyřech žen mírně zvětšil o 0,5 – 1 cm. U žen s iniciálami BB a KK byla hodnota tohoto obvodu při vyšetření L4 oproti vyšetření L1 menší. Minimum se zvýšilo ze 23,5 cm na 24 cm. Medián obvodu levé paže se v průběhu laktace z počáteční hodnoty 26,5 cm mírně zvýšil na 27,5 cm, ale na konci sledovaného období se opět snížil na počáteční hodnotu. Maximum se také za uvedené období snížilo, a to o 1 cm.

Obvod předloktí se během sledovaného období příliš neměnil. U dvou žen nebyl mezi hodnotami naměřenými při vyšetření L1 a L4 žádný rozdíl, u dalších dvou žen došlo ke zmenšení tohoto obvodu a u zbývajících žen se obvod předloktí nepatrně zvětšil. Počáteční minimum 22 cm se zvýšilo na 23 cm. Medián se z počátečních 24,3 cm v průběhu sledovaného období mírně zvýšil, ale při posledním vyšetření klesl na 24 cm. Maximum 29,5 cm se postupně snížilo na 27,5 cm.

Obvod stehna se u čtyř žen oproti počáteční hodnotě zmenšil. U žen s iniciálami HL a KK byly ovšem počáteční a konečná hodnota stejné. Žena s iniciálami HL měla

během sledovaného období tuto míru stabilní, a to 54 cm. U druhé ženy došlo při vyšetření L2 k mírnému zvětšení obvodu stehna, ale na konci hodnoceného období byla hodnota 59 cm totožná s počáteční. Minimum se za uvedené období snížilo o 0,5 cm, a to z 54 cm na 53,5 cm. Medián se zvýšil z počátečních 59 cm na 60,5 cm a maximum se snížilo ze 77 cm na 71 cm. Nejvyšší úbytek 6 cm byl zaznamenán u ženy s iniciálami BB, která podle hodnot BMI spadala do kategorie obezity, ale během sledovaného období jí byl třikrát naměřen nejvyšší objem mateřského mléka.

Obvod středu stehna se u poloviny žen během sledovaného období zmenšil. U tří žen došlo k mírnému zvýšení. Jednalo se o ženy s iniciálami HL, KK a HK. Žena s iniciálami HL má mezi počátečním a posledním vyšetření rozdíl pouze o 0,5 cm, žena s iniciálami HK o 1 cm a žena s iniciálami KK o 2,5 cm. Hodnoty minima tohoto obvodu patřily ženě s iniciálami HL, u které došlo ke zvýšení ze 47,5 cm na 48 cm. Medián se v průběhu sledovaného období z počátečních 53 cm zvyšuje až na 56,3 cm zjištěných při vyšetření L3, ale poté klesne na hodnotu 53,3 cm. Hodnota maxima se z počátečních 68,5 cm snížila na 63,5 cm. Nejvyšší úbytek 5 cm byl zaznamenán hned u dvou žen, a to u těch s iniciálami BB a TP.

Obvod lýtka se u většiny žen zmenšil. K nejvyššímu úbytku došlo u ženy s iniciálami BB, a to o 4,5 cm. Této ženě rovněž náležely všechny hodnoty maxim. K mírnému zvětšení tohoto objemu došlo u ženy s iniciálami KK. Její hodnota obvodu lýtka byla při posledním vyšetření o 1 cm větší než při vyšetření L1. U ženy s iniciálami HK byla hodnota obvodu lýtka při počátečním a posledním vyšetření naměřena 35 cm. Minimum během sledovaného období kleslo ze 35 cm na 34 cm. Medián se také snížil, a to z 38,5 cm na 36,3 cm. U maxima došlo rovněž ke snížení, a to ze 46,5 cm na 42 cm.

V tabulce (Tabulka 10) jsou uvedeny parametry potřebné ke stanovení hmotnosti kostí. Minimální šířka epikondylu humeru 66 mm byla naměřena ženě s iniciálami KK. Medián 69 mm byl naměřen polovině žen a maximální šířka epikondylu humeru 88 mm byla naměřena ženě s iniciálami BB. Nejmenší šířka zápěstí 43 mm byla také naměřena ženě s iniciálami KK. Medián dosáhl hodnoty 47 mm a největší šířka zápěstí 52 mm byla změřena ženě s iniciálami BB. Nejmenší zaznamenaná šířka kotníku byla 57 mm. Tato hodnota byla naměřena u žen s iniciálami KK a FD. Medián byl 61 mm a maximální hodnota šířky kotníku 69 mm byla rovněž naměřena ženě

s iniciálami BB. Nejmenší hodnota šířky epikondylu femuru 95 mm byla naměřena ženě s iniciálami HL. Medián byl 104 mm a maximální šířka epikondylu femuru 140 mm byla opět naměřena ženě s iniciálami BB.

Tabulka (Tabulka 11) popisuje změny množství tělesných tekutin v období laktace stanovené metodou BCM. Hodnoty nadbytečné extracelulární tekutiny se u poloviny žen vždy pohybovaly v kladných hodnotách. Jednalo se o ženy s iniciálami TP, HL a HK. Ze zbývajících poloviny měly ženy s iniciálami KK a FD naměřeny dvě negativní hodnoty tohoto parametru a žena s iniciálami BB jednu negativní hodnotu. U ženy s iniciálami FD byla v období L3 změřena hodnota 0, která značí, že neměla nadbytečnou extracelulární tekutinu, ale ani její nedostatek. Minimum se většinou pohybovalo v záporných hodnotách. Hodnota -0,8 l zjištěna při prvním vyšetření se v průběhu období laktace zvýšila na 0 l a při vyšetření L4 opět klesla na -0,7 l. Medián se z 0,5 l zvýšil na 0,9 l a hodnota maxima se z 1,5 l nejdříve snížila, ale při vyšetření L4 dosáhla opět počátečních 1,5 l.

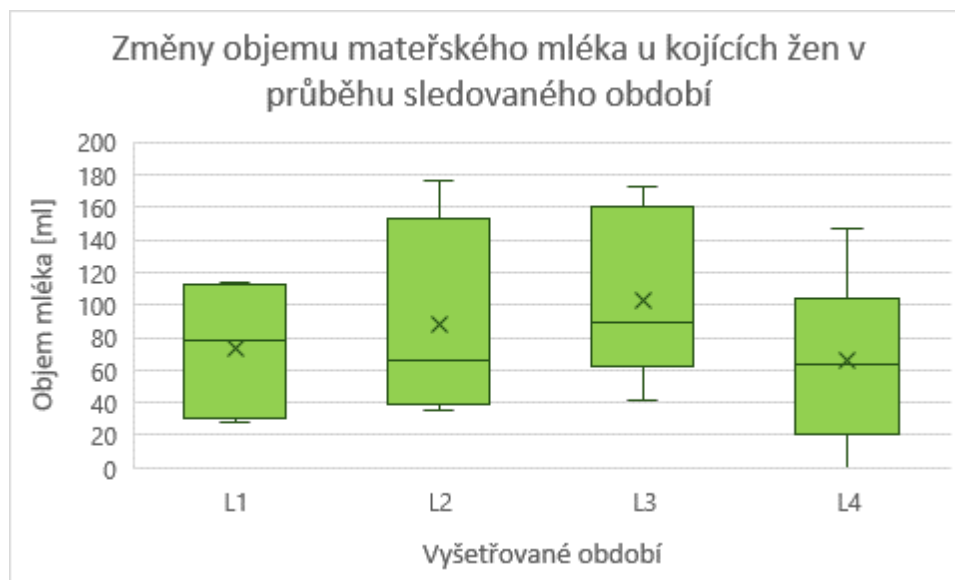
Celkové množství tělesné tekutiny se u poloviny žen během sledovaného období snížilo a u poloviny žen tento parametr spíše stoupá. Hodnota minima 27,8 l z vyšetření L1 se postupně zvýšila na hodnotu 29,7 l naměřenou při vyšetření L4. Medián se zvýšil z počáteční hodnoty 30,9 l na hodnotu 31,9 l zjištěnou při posledním vyšetření. Maximum 41,6 l naměřené při vyšetření L1 se postupně snížilo na 38,2 l. Nejvyšší hodnoty dosahovaly ženy, které měly zaznamenaný největší objem mateřského mléka, ale i nejvyšší hmotnost. Na druhou stranu ženy s iniciálami HL a FD, kterým byly zaznamenány minimální hodnoty tohoto parametru, nejmenší naměřený objem mateřského mléka nikdy neměly.

Množství extracelulární tekutiny se u žen s iniciálami BB a KK během období laktace snížilo, u žen s iniciálami HL, FD a HK zvýšilo a u ženy s iniciálami TP byla počáteční hodnota 16,3 l stejná jako při posledním vyšetření. Minimum extracelulární tekutiny se zvýšilo ze 13 l na 13,6 l. Medián se také mírně zvýšil, a to ze 14,3 l na 14,7 l. Maximum ovšem kleslo z počáteční hodnoty 20,4 l na 18,1 l. Většina maximálních hodnot patřila ženě s iniciálami BB, která měla většinu nejvyšších objemů mateřského mléka. Minima, která jsou v tabulce uvedena, patřila ženám, které však nejmenší objem mateřského mléka neměly.

Množství intracelulární tekutiny se u čtyř žen během sledovaného období zvýšilo. Jedná se o ženy s iniciálami HL, KK, FD a HK. Tyto ženy měly normální hmotnost nebo nadváhu. Naopak u žen s iniciálami BB a TP, které už spadaly do kategorie obezity, došlo ke snížení intracelulární tekutiny. Minimum se ze 14,9 l zvýšilo na 15,9 l. Opět se hodnoty minim nevyskytovaly u žen, které by měly nejnižší objem mléka. Medián se za období laktace zvýšil ze 16,6 l na 17,2 l. Hodnoty maxima se ale postupně snížily ze 21,2 l na 20,1 l.

Graf (Graf 1) ukazuje změny v množství mateřského mléka u vyšetřovaných žen v průběhu laktace. Z grafu je patrné, že produkce mléka se u žen v průběhu sledovaných období L1 – L3 zvyšovala a při období L3 dosahovala nejvyšších hodnot. Poté došlo v průběhu období L4 k poklesu. Graf je znázorněn pomocí obdélníků, jejichž dolní strany reprezentují 25% kvartil a horní strany zase 75% kvartil. Čára nacházející se uvnitř obdélníků představuje medián a křížek značí průměr. Úsečky, které z obdélníků vystupují, představují maxima a minima z uvedených hodnot.

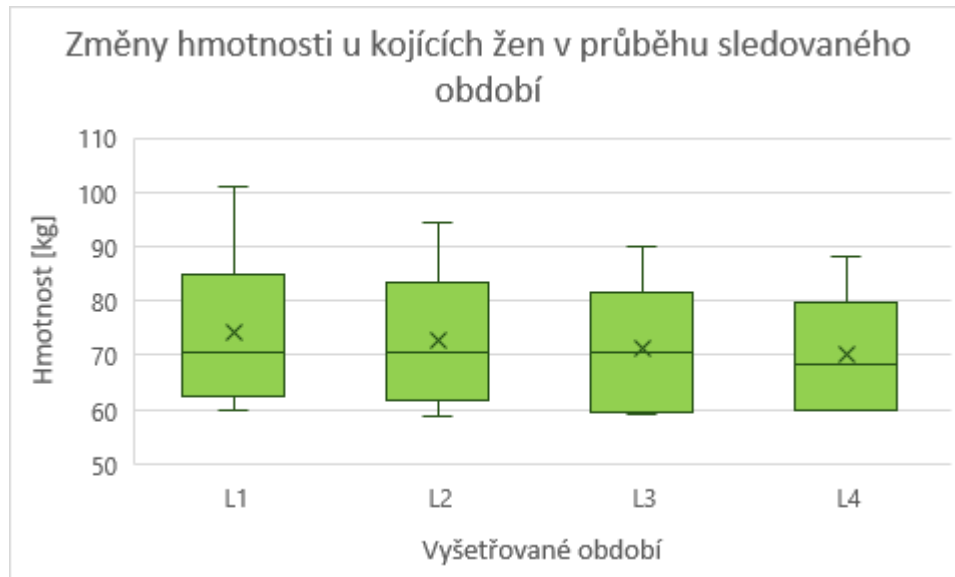
Graf 1 Změny objemu mateřského mléka u kojících žen v průběhu sledovaného období



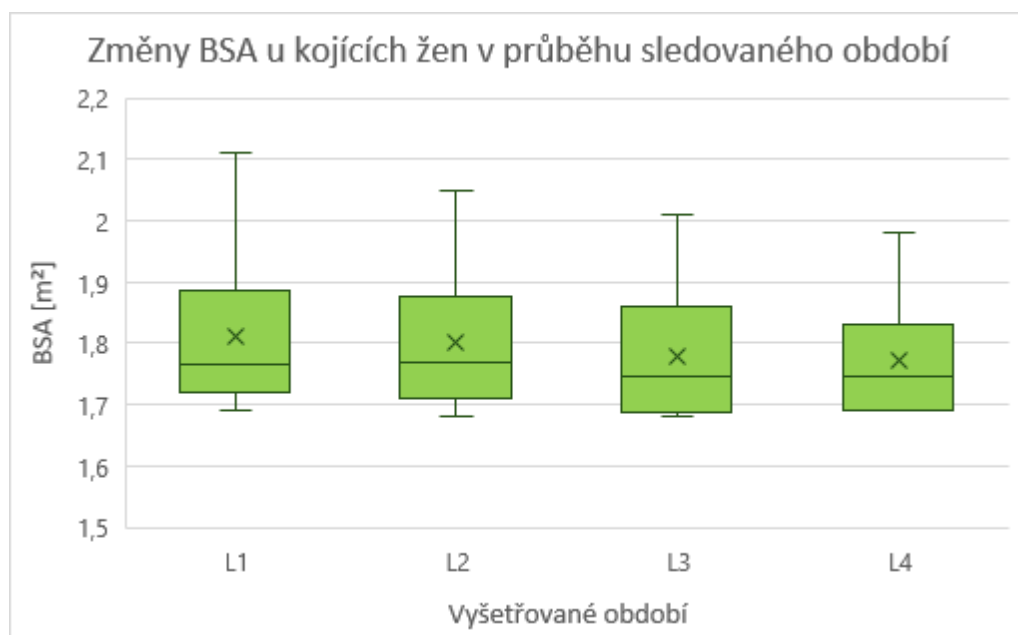
V grafu (Graf 2) je znázorněno, jak se měnila hmotnost u kojících žen během sledovaného období. Z grafu je patrné, že se hmotnost u žen postupně snižovala. Parametr změny hmotnosti u provedené Spearmanovy korelace vykazoval závislost s tvorbou mateřského mléka. Zjištěné p -value této korelace bylo 0,054 a r -value -0,601.

Graf je vyobrazen obdélníky, jejichž horní strany představují 75% kvartily a dolní strany 25% kvartily. Křížek uprostřed obdélníků představuje průměr a čára medián. Úsečky vystupující z obdélníků představují maxima a minima z naměřených hodnot.

Graf 2 Změny hmotnosti u kojících žen v průběhu sledovaného období



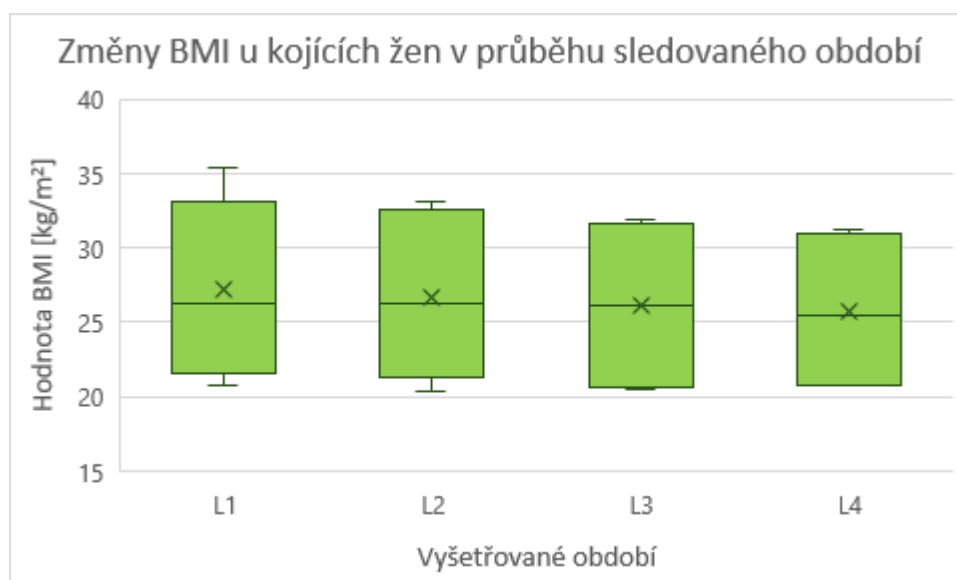
Graf 3 Změny BSA u kojících žen v průběhu sledovaného období



Vysvětlivky: BSA – povrch těla

Graf (Graf 3) popisuje, jak se během období laktace měnilo BSA neboli povrch těla kojící ženy. Z grafu je patrná klesající tendence tohoto parametru v průběhu celého sledovaného období. U parametru BSA byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve sledovaném období. P -value bylo 0,019, což spadá pod hladinu významnosti 0,05. Graf je znázorněn pomocí obdélníků, které mají uprostřed křížek značící průměr a čáru značící medián. Horní strany obdélníků představují 75% kvartily a dolní strany 25% kvartily. Úsečky vycházející z obdélníků představují maxima a minima zjištěných hodnot.

Graf 4 Změny BMI u kojících žen v průběhu sledovaného období

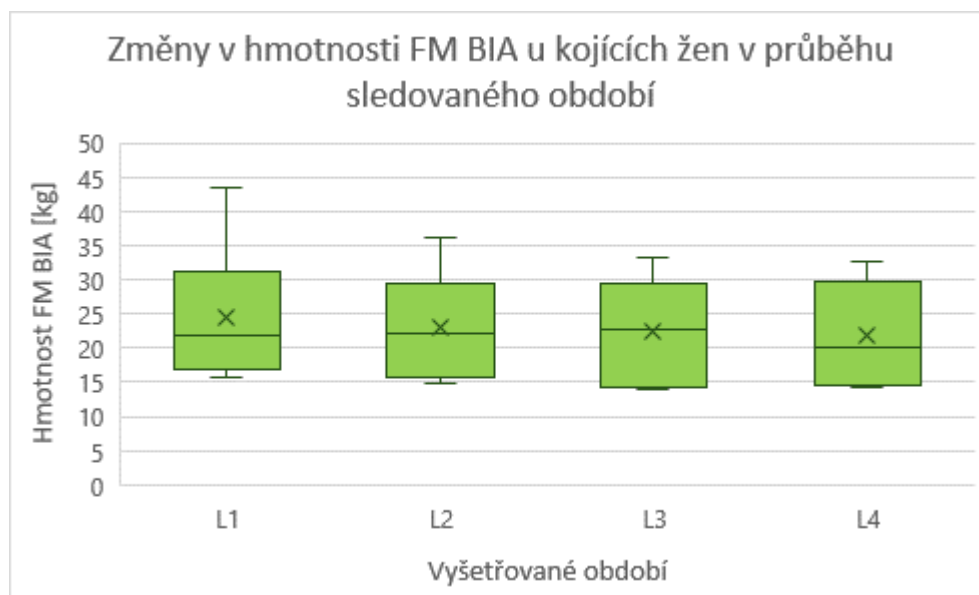


Vysvětlivky: BMI – index tělesné hmotnosti

V grafu (Graf 4) jsou znázorněny změny BMI za sledované období. Z grafu je patrné, že se tento parametr během celého období snižoval. Z provedeného Friedmanova neparametrického párového testu bylo zjištěno, že u tohoto parametru dochází ke statisticky významným rozdílům ve sledovaném období. Zjištěné p -value bylo 0,029. Dále byla zjištěna také korelace mezi BMI a tvorbou mateřského mléka, kdy p -value bylo 0,044 a r -value 0,661. Graf vyobrazují obdélníky, jejichž horní strany představují 75% kvartily a dolní strany zase 25% kvartily. Uprostřed obdélníků

se nachází křížek, který představuje průměr, a čára, která představuje medián. Úsečky, které z grafů vycházejí, představují maxima a minima z naměřených hodnot.

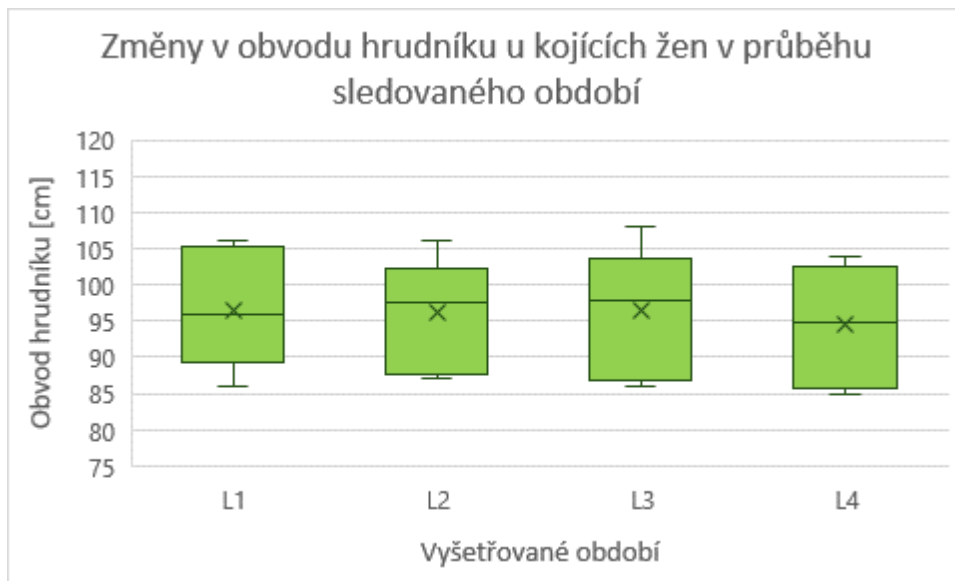
Graf 5 Změny v hmotnosti FM BIA u kojících žen v průběhu sledovaného období



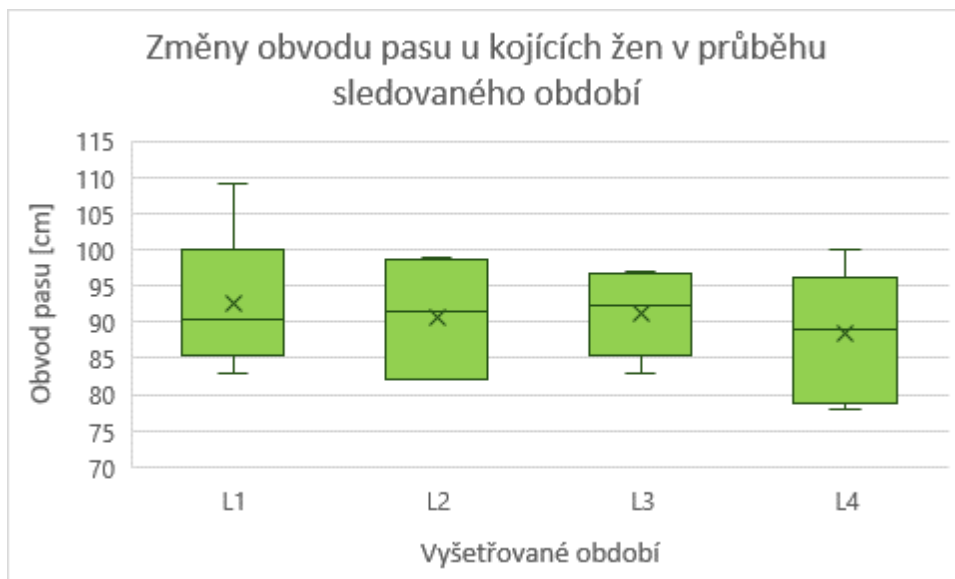
Vysvětlivky: FM – tučná hmota, BIA – bioimpedanční analýza

V grafu (Graf 5) jsou znázorněny změny tučné hmoty u sledovaných žen v laktčním období. Z grafu je patrné, že se hodnoty tohoto parametru v průběhu období snižovaly. U hmotnosti FM BIA byla zjištěna i korelace s tvorbou mateřského mléka. P-value byla 0,034 a r-value 0,651. Graf je zobrazen pomocí obdélníků, které mají uvnitř křížek a čáru. Křížek představuje průměr a čára medián. Úsečky vycházející z obdélníků představují hodnoty maxim a minim. Horní strany obdélníků znázorňují 75% kvartily a dolní strany obdélníků 25% kvartily.

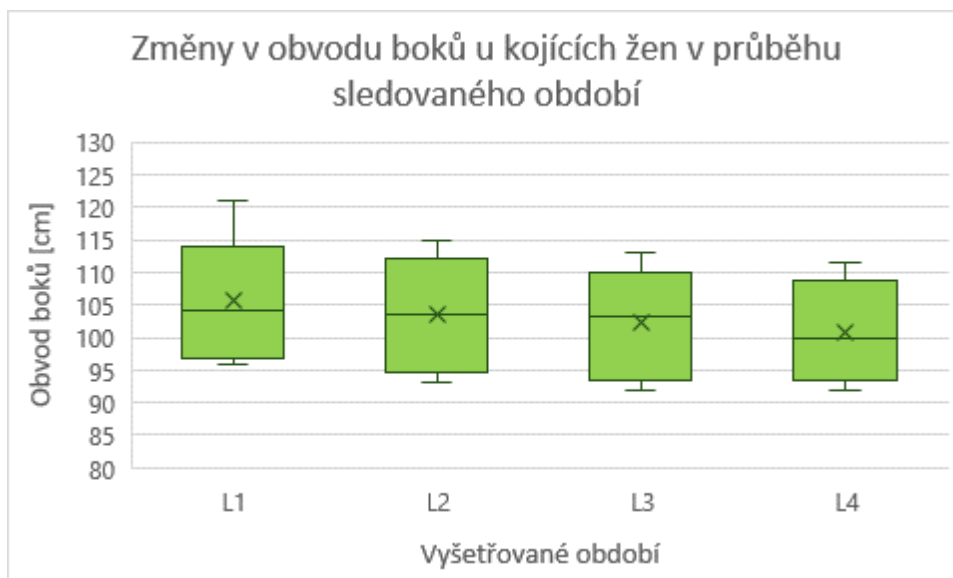
Graf 6 Změny v obvodu hrudníku u kojících žen v průběhu sledovaného období



Graf 7 Změny obvodu pasu u kojících žen v průběhu sledovaného období

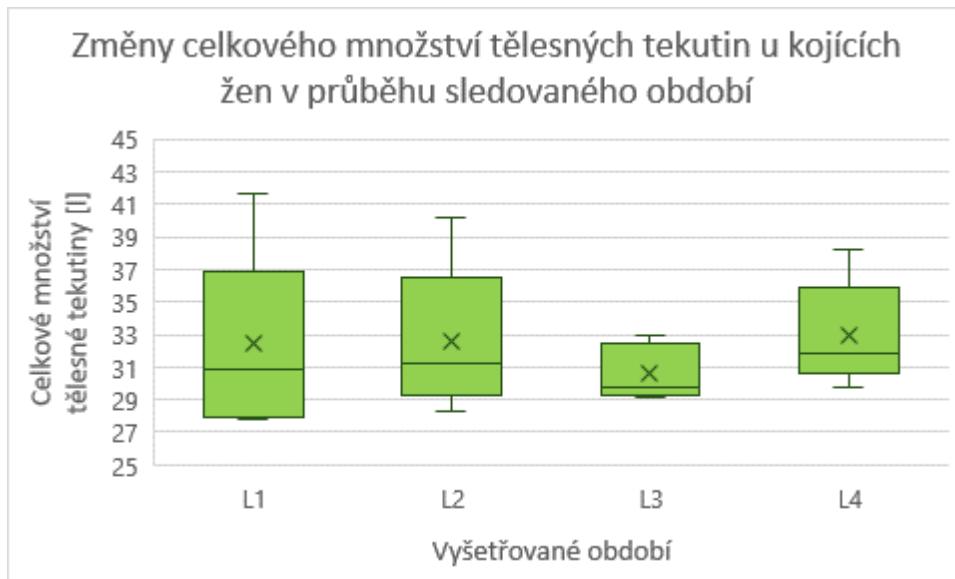


Graf 8 Změny v obvodu boků u kojících žen v průběhu sledovaného období

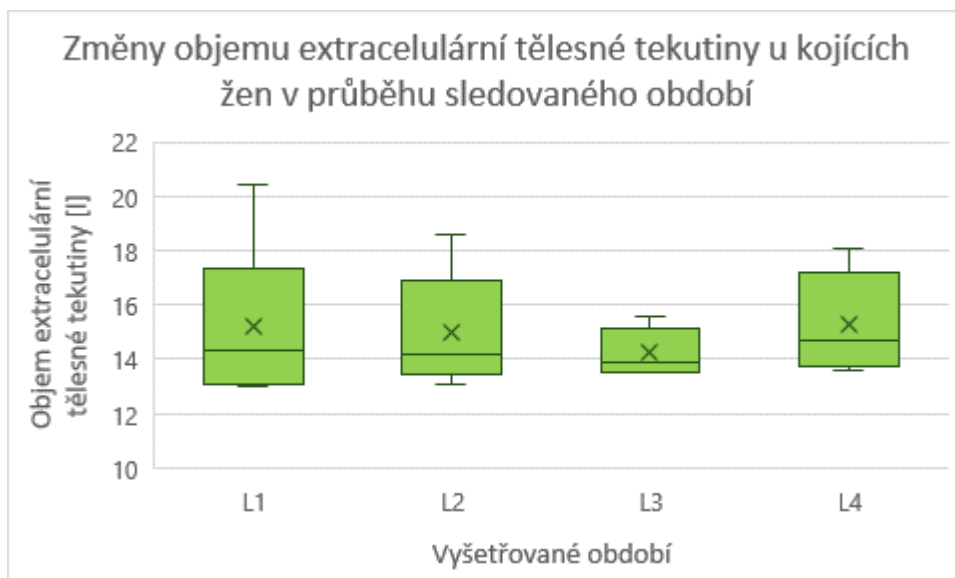


Grafy (Graf 6, Graf 7, Graf 8) zobrazují změny obvodů hrudníku, pasu a boků v období laktace. Obvody hrudníku a pasu se u většiny žen zmenšily a u obvodu boků došlo ke zmenšení u všech žen. U obvodu pasu a boků byl zjištěný statisticky významný rozdíl mezi hodnocenými obdobími. *P*-value obvodu pasu bylo 0,048 a obvodu boků 0,031. Obě hodnoty spadaly pod hladinu významnosti 0,05. S tvorbou mléka korelovaly obvod hrudníku a obvod pasu. *P*-value obvodu hrudníku bylo 0,003 a *r*-value 0,825. *P*-value obvodu pasu bylo 0,025 a *r*-value 0,680. Grafy jsou vyobrazeny obdélníky, které mají uvnitř křížek značící průměr a čáru značící medián. Úsečky, které z obdélníků vycházejí, představují maxima a minima z naměřených hodnot. 75% kvartil znázorňuje horní strana obdélníku a 25% kvartil dolní strana obdélníku.

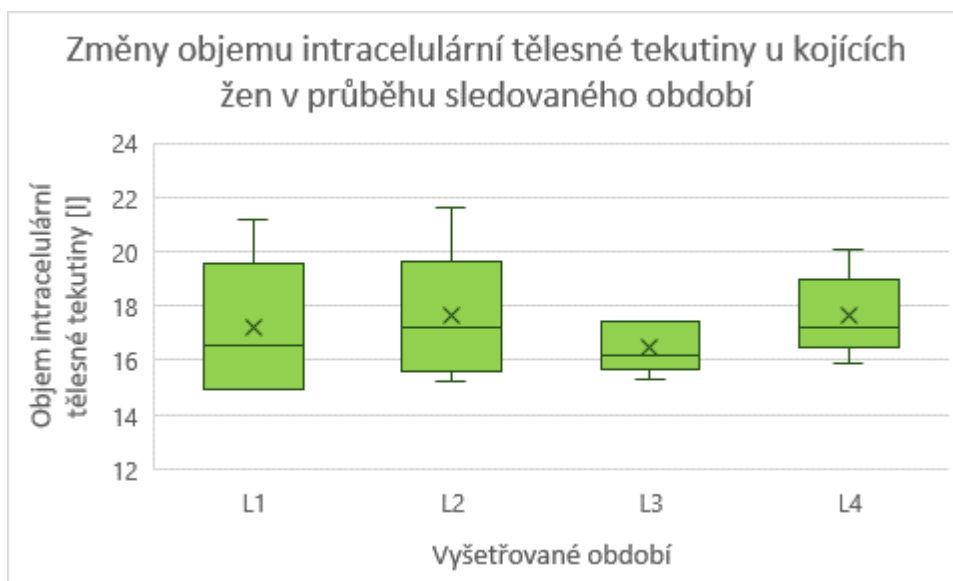
Graf 9 Změny celkového množství tělesných tekutin u kojících žen v průběhu sledovaného období



Graf 10 Změny objemu extracelulární tělesné tekutiny u kojících žen v průběhu sledovaného období



Graf 11 Změny objemu intracelulární tělesné tekutiny u kojících žen v průběhu sledovaného období



Grafy (Graf 9, Graf 10, Graf 11) představují změny celkového množství tělesných tekutin a změny extracelulární a intracelulární tekutiny v období laktace. U všech třech parametrů dochází mezi obdobími L1 a L2 k mírnému poklesu hodnot. Mezi obdobími L2 a L3 je v uvedených grafech vidět výraznější pokles hodnot a následné zvýšení v období L4. U všech třech parametrů byla zjištěna korelace s tvorbou mateřského mléka. U celkového množství tělesných tekutin bylo p -value 0,020 a r -value 0,733, u extracelulární tělesné tekutiny bylo p -value 0,020 a r -value 0,733 a u intracelulární tekutiny bylo p -value 0,016 a r -value 0,748. Grafy jsou tvořeny obdélníky, které mají uvnitř křížek a čáru. Čára značí medián a křížek průměr naměřených hodnot. Horní strany obdélníků prezentují 75% kvartily a dolní strany zase 25% kvartily. Úsečky, které z grafů vycházejí, zaznamenávají maxima a minima z naměřených hodnot.

Tabulka 5: Základní charakteristika kojících žen v průběhu sledovaného období

| Iniciály žen | Objem mléka [ml] | | | | **Hmotnost [kg] | | | | *BMI [kg/m ²] | | | | *BSA [m ²] | | | | Preg. BSA [m ²] |
|---------------------|------------------|-----|-----|-----|-----------------|------|------|------|---------------------------|------|------|------|------------------------|------|------|------|-----------------------------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | |
| BB | 114 | 176 | 173 | 61 | 101,0 | 94,6 | 90,0 | 88,3 | 35,4 | 33,1 | 31,5 | 30,9 | 2,11 | 2,05 | 2,01 | 1,98 | 2,09 |
| TP | 112 | 146 | 156 | 147 | 79,7 | 79,9 | 78,7 | 77,1 | 32,3 | 32,4 | 31,9 | 31,3 | 1,80 | 1,81 | 1,79 | 1,78 | 1,81 |
| HL | 87 | 40 | 74 | 67 | 60,0 | 58,8 | 59,0 | 59,9 | 20,8 | 20,4 | 20,4 | 20,7 | 1,69 | 1,68 | 1,68 | 1,69 | 1,68 |
| KK | 70 | 62 | 41 | 28 | 67,4 | 66,5 | 67,4 | 65,4 | 25,4 | 25,0 | 25,4 | 24,6 | 1,73 | 1,72 | 1,70 | 1,71 | 1,70 |
| FD | 32 | 70 | 105 | 90 | 73,9 | 74,6 | 73,5 | 71,3 | 27,1 | 27,4 | 27,0 | 26,2 | 1,81 | 1,82 | 1,81 | 1,78 | 1,60 |
| HK | 28 | 35 | 70 | 0 | 63,3 | 62,6 | 59,7 | 59,9 | 21,9 | 21,7 | 20,7 | 20,7 | 1,73 | 1,73 | 1,69 | 1,69 | 1,61 |
| Minimum | 28 | 35 | 41 | 0 | 60,0 | 58,8 | 59,0 | 59,9 | 20,8 | 20,4 | 20,4 | 20,7 | 1,69 | 1,68 | 1,68 | 1,69 | 1,60 |
| Percentil 25 | 42 | 46 | 71 | 36 | 64,3 | 63,6 | 61,6 | 61,3 | 22,8 | 22,5 | 21,8 | 21,7 | 1,73 | 1,72 | 1,69 | 1,69 | 1,63 |
| Medián | 79 | 66 | 90 | 64 | 70,6 | 70,5 | 70,4 | 68,4 | 26,3 | 26,2 | 26,2 | 25,4 | 1,76 | 1,77 | 1,75 | 1,75 | 1,69 |
| Percentil 75 | 106 | 127 | 143 | 84 | 78,2 | 78,5 | 77,3 | 75,7 | 31,0 | 31,1 | 30,4 | 29,7 | 1,81 | 1,82 | 1,81 | 1,78 | 1,78 |
| Maximum | 114 | 176 | 173 | 147 | 101,0 | 94,6 | 90,0 | 88,3 | 35,4 | 33,1 | 31,9 | 30,9 | 2,11 | 2,05 | 2,01 | 1,98 | 2,09 |

Vysvětlivky: BMI – index tělesné hmotnosti, BSA – povrch těla, Preg. BSA – povrch těla před graviditou

*parametr se statisticky významným rozdílem mezi uvedenými obdobími podle Friedmanova neparametrického párového testu

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

Tabulka 6: Charakteristika tělesné kompozice kojících žen pomocí bioimpedanční analýzy v průběhu sledovaného období

| Iniciály žen | Tělesný tuk [%] | | | | Obsah vody [%] | | | | Viscerální tuk [%] | | | |
|---------------------|-----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|--------------------|-----|-----|-----|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
| BB | 43,1 | 38,3 | 36,8 | 37,0 | 43,5 | 43,5 | 44,4 | 44,5 | 8,0 | 6,5 | 5,5 | 5,5 |
| TP | 33,8 | 34,0 | 35,9 | 37,4 | 44,0 | 44,4 | 43,8 | 44,6 | 6,5 | 6,5 | 7,0 | 7,0 |
| HL | 26,3 | 25,4 | 24,3 | 24,7 | 49,8 | 51,1 | 51,3 | 51,5 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| KK | 26,4 | 26,5 | 28,1 | 24,6 | 49,2 | 48,4 | 48,9 | 48,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 2,5 |
| FD | 35,3 | 36,1 | 36,1 | 34,1 | 42,8 | 43,7 | 43,3 | 43,8 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,0 |
| HK | 27,0 | 25,5 | 23,6 | 24,0 | 49,5 | 50,0 | 51,0 | 52,4 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 |
| Minimum | 26,3 | 25,4 | 23,6 | 24,0 | 42,8 | 43,5 | 43,3 | 43,8 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Percentil 25 | 26,6 | 25,8 | 25,3 | 24,6 | 43,6 | 43,9 | 44,0 | 44,5 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 2,1 |
| Medián | 30,4 | 30,3 | 32,0 | 29,4 | 46,6 | 46,4 | 46,7 | 46,3 | 4,3 | 4,3 | 4,5 | 3,8 |
| Percentil 75 | 34,9 | 35,6 | 36,1 | 36,3 | 49,4 | 49,6 | 50,5 | 50,6 | 6,3 | 6,3 | 5,5 | 5,4 |
| Maximum | 43,1 | 38,3 | 36,8 | 37,4 | 49,8 | 51,1 | 51,3 | 52,4 | 8,0 | 6,5 | 7,0 | 7,0 |

Tabulka 7: Charakteristika tělesné kompozice kojících žen pomocí bioimpedanční analýzy v průběhu sledovaného období – pokračování

| Iniciály žen | Hmotnost FFM [kg] | | | | **Odhadovaný basální metabolismus [kcal] | | | | **Hmotnost FM BIA [kg] | | | |
|---------------------|-------------------|------|------|------|--|------|------|------|------------------------|------|------|------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
| BB | 54,7 | 55,4 | 54,0 | 52,8 | 1825 | 1815 | 1763 | 1726 | 43,5 | 36,2 | 33,1 | 32,7 |
| TP | 50,0 | 50,0 | 47,9 | 45,8 | 1589 | 1589 | 1531 | 1475 | 26,9 | 27,2 | 28,3 | 28,8 |
| HL | 42,0 | 41,7 | 42,4 | 42,8 | 1351 | 1339 | 1357 | 1370 | 15,8 | 14,9 | 14,3 | 14,8 |
| KK | 47,1 | 46,4 | 46,0 | 46,9 | 1479 | 1457 | 1453 | 1465 | 17,8 | 17,6 | 18,9 | 16,1 |
| FD | 45,3 | 45,3 | 44,6 | 44,7 | 1456 | 1457 | 1436 | 1428 | 26,1 | 26,9 | 26,5 | 24,3 |
| HK | 43,9 | 44,3 | 43,3 | 43,2 | 1387 | 1394 | 1360 | 1358 | 17,1 | 16,0 | 14,1 | 14,4 |
| Minimum | 42,0 | 41,7 | 42,4 | 42,8 | 1351 | 1339 | 1357 | 1358 | 15,7 | 14,9 | 14,1 | 14,4 |
| Percentil 25 | 44,3 | 44,5 | 43,6 | 43,6 | 1404 | 1410 | 1379 | 1385 | 17,3 | 16,4 | 15,5 | 15,1 |
| Medián | 46,2 | 45,8 | 45,3 | 45,3 | 1468 | 1457 | 1445 | 1447 | 21,9 | 22,3 | 22,7 | 20,2 |
| Percentil 75 | 49,3 | 49,1 | 47,4 | 46,6 | 1562 | 1556 | 1512 | 1473 | 26,7 | 27,1 | 27,8 | 27,7 |
| Maximum | 54,7 | 55,4 | 54,0 | 52,8 | 1825 | 1815 | 1763 | 1726 | 43,5 | 36,2 | 33,1 | 32,7 |

Vysvětlivky: FM – fat mass (tučná hmota), FFM – fat free mass (netučná hmota), BIA – bioelectrical impedance analysis (bioimpedanční analýza)

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

Tabulka 8: Tělesné obvody kojících žen v průběhu sledovaného období

| Iniciály žen | **Obvod hrudníku [cm] | | | | **, *Obvod pasu [cm] | | | | *Obvod boků [cm] | | | | Obvod levé paže [cm] | | | |
|---------------------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------------|------|------|-------|------------------|-------|-------|-------|----------------------|------|------|------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
| BB | 106,0 | 101,0 | 102,0 | 102,0 | 109,0 | 99,0 | 96,5 | 100,0 | 121,0 | 115,0 | 113,0 | 111,5 | 34,0 | 33,0 | 32,5 | 32,5 |
| TP | 105,0 | 106,0 | 108,0 | 104,0 | 97,0 | 98,5 | 97,0 | 95,0 | 111,5 | 111,0 | 109,0 | 108,0 | 32,5 | 33,5 | 30,0 | 33,0 |
| HL | 90,5 | 88,0 | 87,0 | 86,0 | 86,0 | 82,0 | 86,0 | 84,0 | 96,0 | 93,0 | 94,0 | 94,0 | 23,5 | 23,0 | 24,5 | 24,0 |
| KK | 96,5 | 97,0 | 98,0 | 93,5 | 88,5 | 87,0 | 88,5 | 79,0 | 100,5 | 99,0 | 100,0 | 96,5 | 26,5 | 27,0 | 27,0 | 26,0 |
| FD | 95,5 | 98,0 | 97,5 | 96,0 | 92,0 | 96,0 | 96,0 | 94,0 | 107,5 | 108,0 | 106,5 | 103,0 | 26,5 | 27,5 | 28,0 | 27,0 |
| HK | 86,0 | 87,0 | 86,0 | 85,0 | 83,0 | 82,0 | 83,0 | 78,0 | 97,0 | 95,0 | 92,0 | 92,0 | 23,5 | 24,0 | 24,5 | 24,5 |
| Minimum | 86,0 | 87,0 | 86,0 | 85,0 | 83,0 | 82,0 | 83,0 | 78,0 | 96,0 | 93,0 | 92,0 | 92,0 | 23,5 | 23,0 | 24,5 | 24,0 |
| Percentil 25 | 91,8 | 90,3 | 89,6 | 87,9 | 86,6 | 83,3 | 86,6 | 80,3 | 97,9 | 96,0 | 95,5 | 94,6 | 24,3 | 24,8 | 25,1 | 24,9 |
| Medián | 96,0 | 97,5 | 97,8 | 94,8 | 90,3 | 91,5 | 92,3 | 89,0 | 104,0 | 103,5 | 103,3 | 99,8 | 26,5 | 27,3 | 27,5 | 26,5 |
| Percentil 75 | 102,9 | 100,3 | 101,0 | 100,5 | 95,8 | 97,9 | 96,4 | 95,8 | 110,5 | 110,3 | 108,4 | 106,8 | 31,0 | 31,6 | 29,5 | 31,1 |
| Maximum | 106,0 | 106,0 | 108,0 | 104,0 | 109,0 | 99,0 | 97,0 | 100,0 | 121,0 | 115,0 | 113,0 | 111,5 | 34,0 | 33,5 | 32,5 | 33,0 |

*parametr se statisticky významným rozdílem mezi uvedenými obdobími podle Friedmanova neparametrického párového testu

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

Tabulka 9: Tělesné obvody kojících žen v průběhu sledovaného období – pokračování

| Iniciály žen | **Obvod předloktí [cm] | | | | Obvod stehna [cm] | | | | **Obvod středu stehna [cm] | | | | Obvod lýtka [cm] | | | |
|---------------------|------------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
| BB | 29,5 | 28,5 | 27,5 | 27,5 | 77,0 | 74,0 | 73,5 | 71,0 | 68,5 | 63,0 | 62,0 | 63,5 | 46,5 | 45,0 | 44,0 | 42,0 |
| TP | 26,0 | 27,0 | 26,5 | 26,0 | 65,0 | 66,5 | 67,0 | 64,0 | 61,0 | 60,5 | 60,0 | 56,0 | 38,5 | 39,0 | 38,0 | 37,0 |
| HL | 22,5 | 23,0 | 22,5 | 23,5 | 54,0 | 54,0 | 54,0 | 54,0 | 47,5 | 47,0 | 47,5 | 48,0 | 35,0 | 33,0 | 35,0 | 34,0 |
| KK | 24,5 | 25,0 | 24,0 | 24,0 | 59,0 | 61,0 | 60,5 | 59,0 | 52,0 | 53,0 | 56,5 | 54,5 | 39,0 | 39,0 | 40,5 | 40,0 |
| FD | 24,0 | 24,0 | 24,5 | 24,0 | 65,0 | 68,0 | 66,0 | 62,0 | 54,0 | 55,0 | 56,0 | 52,0 | 38,5 | 37,0 | 36,5 | 35,5 |
| HK | 22,0 | 24,0 | 22,5 | 23,0 | 56,0 | 55,0 | 53,0 | 53,5 | 49,0 | 53,0 | 49,5 | 50,0 | 35,0 | 34,5 | 36,5 | 35,0 |
| Minimum | 22,0 | 23,0 | 22,5 | 23,0 | 54,0 | 54,0 | 53,0 | 53,5 | 47,5 | 47,0 | 47,5 | 48,0 | 35,0 | 33,0 | 35,0 | 34,0 |
| Percentil 25 | 22,9 | 24,0 | 22,9 | 23,6 | 56,0 | 56,5 | 55,6 | 55,3 | 49,8 | 53,0 | 51,1 | 50,5 | 35,9 | 35,1 | 36,5 | 35,1 |
| Medián | 24,3 | 24,5 | 24,3 | 24,0 | 59,0 | 63,8 | 63,3 | 60,5 | 53,0 | 54,0 | 56,3 | 53,3 | 38,5 | 38,0 | 37,3 | 36,3 |
| Percentil 75 | 25,6 | 26,5 | 26,0 | 25,5 | 65,0 | 67,6 | 66,8 | 63,5 | 59,3 | 59,1 | 59,1 | 55,6 | 38,9 | 39,0 | 39,9 | 39,3 |
| Maximum | 29,5 | 28,5 | 27,5 | 27,5 | 77,0 | 74,0 | 73,5 | 71,0 | 68,5 | 63,0 | 62,0 | 63,5 | 46,5 | 45,0 | 44,0 | 42,0 |

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

Tabulka 10: Stanovení hmotnosti kostí při prvním vyšetření

| Iniciály žen | Šířka epikondylu humeru [mm] | **Šířka zápěstí [mm] | Šířka kotníku [mm] | **Šířka epikondylu femuru [mm] | **Hmotnost kostí [g] |
|--------------|------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------|
| Období | L1 – L4 | L1 – L4 | L1 – L4 | L1 – L4 | L1 – L4 |
| BB | 88 | 52 | 69 | 140 | 15438 |
| TP | 69 | 47 | 60 | 112 | 9766 |
| HL | 69 | 52 | 65 | 95 | 10067 |
| KK | 66 | 43 | 57 | 101 | 8715 |
| FD | 75 | 43 | 57 | 107 | 9841 |
| HK | 69 | 46 | 62 | 96 | 9502 |
| Minimum | 66 | 43 | 57 | 95 | 8715 |
| Percentil 25 | 69 | 44 | 58 | 97 | 9568 |
| Medián | 69 | 47 | 61 | 104 | 9803 |
| Percentil 75 | 74 | 51 | 64 | 111 | 10010 |
| Maximum | 88 | 52 | 69 | 140 | 15438 |

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

Tabulka 11: Stanovení množství tělesných tekutin pomocí BCM v průběhu sledovaného období

| Iniciály žen | OH [L] | | | | **TBW [L] | | | | **ECW [L] | | | | **ICW [L] | | | |
|---------------------|--------|------|-----|------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 | L1 | L2 | L3 | L4 |
| BB | 1,5 | -0,1 | * | 0,9 | 41,6 | 40,2 | * | 38,2 | 20,4 | 18,6 | * | 18,1 | 21,2 | 21,6 | * | 20,1 |
| TP | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 1,2 | 35,3 | 35,3 | 33,0 | 33,5 | 16,3 | 16,3 | 15,6 | 16,3 | 19,0 | 19,0 | 17,4 | 17,2 |
| HL | 0,7 | 0,9 | 0,8 | * | 27,8 | 28,3 | 29,7 | * | 13,0 | 13,1 | 13,5 | * | 14,9 | 15,2 | 16,2 | * |
| KK | 0,3 | -0,5 | 0,4 | -0,7 | 32,3 | 32,3 | 32,0 | 31,5 | 14,6 | 14,1 | 14,6 | 13,6 | 17,7 | 18,3 | 17,4 | 17,8 |
| FD | -0,8 | 0,1 | 0 | -0,3 | 28,0 | 30,1 | 29,2 | 29,7 | 13,1 | 14,3 | 13,9 | 13,8 | 14,9 | 15,7 | 15,3 | 15,9 |
| HK | 1,2 | 0,4 | 0,8 | 1,5 | 29,4 | 29,6 | 29,4 | 31,9 | 14,0 | 13,6 | 13,5 | 14,7 | 15,4 | 16,1 | 16,0 | 17,1 |
| Minimum | -0,8 | -0,5 | 0 | -0,7 | 27,8 | 28,3 | 29,2 | 29,7 | 13,0 | 13,1 | 13,5 | 13,6 | 14,9 | 15,2 | 15,3 | 15,9 |
| Percentil 25 | 0,2 | -0,1 | 0,2 | -0,3 | 28,4 | 29,7 | 29,4 | 31,5 | 13,3 | 13,7 | 13,5 | 13,8 | 15,0 | 15,8 | 16,0 | 17,1 |
| Medián | 0,5 | 0,1 | 0,4 | 0,9 | 30,9 | 31,2 | 29,7 | 31,9 | 14,3 | 14,2 | 13,9 | 14,7 | 16,6 | 17,2 | 16,2 | 17,2 |
| Percentil 75 | 1,1 | 0,3 | 0,8 | 1,2 | 34,6 | 34,6 | 32,0 | 33,5 | 15,9 | 15,8 | 14,6 | 16,3 | 18,7 | 18,8 | 17,4 | 17,8 |
| Maximum | 1,5 | 0,9 | 0,8 | 1,5 | 41,6 | 40,2 | 33,0 | 38,2 | 20,4 | 18,6 | 15,6 | 18,1 | 21,2 | 21,6 | 17,4 | 20,1 |

Vysvětlivky: OH – nadbytečná extracelulární tekutina, TBW – celkové množství tělesné tekutiny, ECW – extracelulární tělesná tekutina ICW – intracelulární tělesná tekutina, *hodnoty nejsou uvedeny z důvodu poruchy přístroje

**parametr ovlivňující produkci mateřského mléka podle Spearmanovy korelace

8.4 Statistické vyhodnocení

Po provedení Friedmanova neparametrického párového testu bylo zjištěno, že statisticky významně odlišné hodnoty mezi vyšetřovanými obdobími byly hodnoty BMI ($p = 0,029$), BSA ($p = 0,019$), obvodu pasu ($p = 0,048$) a obvodu boků ($p = 0,031$). Hodnoty zmiňovaných parametrů spadají pod hladinu významnosti 0,05. V tabulce (Tabulka 12) jsou uvedeny testované parametry. Statisticky významné hodnoty jsou v tabulce zvýrazněny zeleně.

Tabulka 12 Stanovení statisticky významných rozdílů u testovaných parametrů

| Testovaný parametr | p -value |
|---------------------------------|------------|
| Objem mateřského mléka | 0,241 |
| Hmotnost | 0,177 |
| BMI | 0,029 |
| BSA | 0,019 |
| Tělesný tuk | 0,535 |
| Obsah vody | 0,114 |
| Viscerální tuk | 0,230 |
| Hmotnost FFM | 0,155 |
| Odhadovaný basální metabolismus | 0,155 |
| Hmotnost FM BIA | 0,392 |
| Obvod hrudníku | 0,100 |
| Obvod pasu | 0,048 |
| Obvod boků | 0,031 |
| Obvod levé paže | 0,583 |
| Obvod předloktí | 0,276 |
| Obvod stehna | 0,071 |
| Obvod středu stehna | 0,997 |
| Obvod lýtky | 0,229 |

| | |
|-----|-------|
| OH | 0,949 |
| TBW | 0,224 |
| ECW | 0,714 |
| ICW | 0,201 |

Vysvětlivky: BIA – bioimpedanční analýza, BMI – index tělesné hmotnosti, BSA – povrch těla, FM – tučná hmota, FFM – netučná hmota, OH – nadbytečná extracelulární tekutina, TBW – celková tělesná voda, ECW – extracelulární tekutina, ICW – intracelulární tekutina

8.5 Korelační analýza

Naměřená data byla vyhodnocena pomocí Spearmanovy korelace z důvodu neparametrického rozdělení dat. Závislost mezi tvorbou mateřského mléka a dalším hodnoceným parametrem byla vyhodnocena za všechna období dohromady. Statisticky významné korelace jsou v tabulce (Tabulka 13) zvýrazněny zeleně. Jedná se o hodnoty, které spadají pod hladinu významnosti 0,05. Korelační koeficient r popisuje druh závislosti mezi hodnotami. Kladná hodnota koeficientu r znamená přímo úměrnou korelaci a jeho záporná hodnota negativní korelaci.

Tabulka 13 Korelace mezi tvorbou mateřského mléka a sledovanými parametry

| Hodnocený parametr | p -value | r -value |
|-----------------------------------|------------|------------|
| Váha před graviditou [kg] | 0,003 | 0,817 |
| BMI před graviditou | 0,002 | 0,847 |
| Nárůst hmotnosti v graviditě [kg] | 0,054 | -0,601 |
| Výška [cm] | 0,476 | -0,238 |
| Váha v graviditě [kg] | 0,044 | 0,624 |
| Tělesný tuk BIA [%] | 0,184 | 0,433 |
| Obsah vody v těle BIA [%] | 0,221 | -0,400 |
| Viscerální tuk BIA [%] | 0,112 | 0,508 |
| Hmotnost FFM BIA [%] | 0,057 | 0,597 |
| Výkonnostní rating BIA [%] | 0,336 | -0,319 |

| | | |
|--------------------------------------|-------|-------|
| Hmotnost kostí BIA [kg] | 0,020 | 0,697 |
| Basální metabolismus dle BIA [kcal] | 0,028 | 0,670 |
| Odhadovaný metabolický věk BIA [rok] | 0,288 | 0,349 |
| Hmotnost FM BIA [kg] | 0,034 | 0,651 |
| Obvod hrudníku [cm] | 0,003 | 0,825 |
| Obvod pasu [cm] | 0,025 | 0,680 |
| Obvod boků [cm] | 0,079 | 0,556 |
| Obvod levé paže [cm] | 0,060 | 0,589 |
| Obvod předloktí [cm] | 0,009 | 0,757 |
| Obvod stehna [cm] | 0,058 | 0,594 |
| Obvod středu stehna [cm] | 0,040 | 0,632 |
| Obvod lýtka [cm] | 0,133 | 0,484 |
| Šířka epikondylu humeru [mm] | 0,094 | 0,534 |
| Šířka zápěstí [mm] | 0,024 | 0,686 |
| Šířka kotníku [mm] | 0,454 | 0,250 |
| Šířka epikondylu femuru [mm] | 0,037 | 0,642 |
| Hmotnost kostí | 0,031 | 0,697 |
| Pregravidní BSA | 0,008 | 0,830 |
| BSA | 0,105 | 0,552 |
| BMI | 0,044 | 0,661 |
| OH [L] | 0,838 | 0,079 |
| TBW [L] | 0,020 | 0,733 |
| ECW [L] | 0,020 | 0,733 |
| ICW [L] | 0,016 | 0,748 |

Vysvětlivky: BIA – bioimpedanční analýza, BMI – index tělesné hmotnosti, FFM – netučná hmota, BSA – povrch těla, OH – nadbytečná extracelulární tekutina, TBW – celková tělesná voda, ECW – extracelulární tekutina, ICW – intracelulární tekutina, statisticky významné korelace jsou vyznačeny zeleně ($p < 0,05$)

Tvorba mateřského mléka pozitivně korelovala s několika parametry. Z tabulky (Tabulka 10) je patrné, že se jedná o váhu před graviditou ($p = 0,003$, $r = 0,817$), BMI před graviditou ($p = 0,002$, $r = 0,847$), váhu v graviditě ($p = 0,044$, $r = 0,624$), hmotnost kostí BIA ($p = 0,020$, $r = 0,697$), basální metabolismus dle BIA ($p = 0,028$, $r = 0,670$), hmotnost FM BIA ($p = 0,034$, $r = 0,651$), obvod hrudníku ($p = 0,003$, $r = 0,825$), obvod pasu ($p = 0,025$, $r = 0,680$), obvod předloktí ($p = 0,009$, $r = 0,757$), obvod středu stehna ($p = 0,040$, $r = 0,632$), šířku zápěstí ($p = 0,024$, $r = 0,686$), šířku epikondylu femuru ($p = 0,037$, $r = 0,642$), hmotnost kostí ($p = 0,031$, $r = 0,697$) pregravidní BSA ($p = 0,005$, $r = 0,830$), BMI ($p = 0,044$, $r = 0,661$), TBW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ECW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ICW ($p = 0,016$, $r = 0,748$). Významná negativní korelace s tvorbou mateřského mléka se objevila pouze u nárůstu hmotnosti v graviditě ($p = 0,054$, $r = -0,601$).

9. DISKUSE

Cílem této práce bylo vyhodnotit tvorbu mateřského mléka ve vztahu k tělesné kompozici u českých kojících žen. Studie se účastnilo 6 žen, u kterých se tělesná kompozice hodnotila pomocí antropometrických metod a bioimpedanční analýzy. Mléko bylo odsáváno automatickou odsávačkou a jeho objem zjištěný pomocí odměrného válce. Všechna čtyři vyšetření L1 – L4 probíhala v době od 3 týdnů po porodu do konce 9. měsíce od porodu.

Zjištěné množství mateřského mléka bylo u vyšetřovaných žen do jisté míry variabilní. S jistotou lze ovšem podotknout, že od 6. měsíce laktačního období se u kojících žen objem mléka snižoval a v 9. měsíci byl u všech žen nejnižší. Laskye et al. (1998) ve své studii také uvedli, že naměřený objem mateřského mléka u žen byl variabilní. Pérez-Escamilla et al. (1995) ve své studii zaznamenali pokles objemu mateřského mléka od 5. měsíce laktace kvůli zavádění tuhé stravy. V naší studii se pokles objemu mateřského mléka zhruba v tomto období také projevil, ale zdali to bylo z důvodu zavádění tuhé stravy, nebylo zjišťováno. Každopádně Strauss III et Barbieri, (2019) udávají, že právě od 6. měsíce je vhodné u dítěte postupně zavádět tuhou stravu a nepřestávat s kojením dalších 12 měsíců.

Mangel et al. (2019) ve své práci zmiňují, že vyšší pregravidní BMI negativně ovlivňuje iniciaci a udržení laktace. Problém popsali u obézních žen s BMI $34,22 \pm 4,43$, ale situaci u žen s nadváhou již nekomentovali. V naší studii jsme zaznamenali pozitivní korelaci mezi tvorbou mateřského mléka právě s pregravidním BMI ($p = 0,002$, $r = 0,847$), váhou před graviditou ($p = 0,003$, $r = 0,817$) a váhou v graviditě ($p = 0,044$, $r = 0,624$). Významná negativní korelace byla zjištěna pouze u nárůstu hmotnosti v graviditě ($p = 0,054$, $r = -0,601$). Dvě ženy účastníci se studie měly pregravidní BMI v kategorii obezity (34,66 a 32,46) a u obou byly hodnoty objemu mateřského mléka ve většině měření nad 100 ml. Ženy s pregravidním BMI v normálních hodnotách takového objemu (až na jednu výjimku) nedosáhly. Mangel et al. (2019) na druhou stranu ale uvedli, že vyšší BMI se pojí i s větší velikostí prsou, která může napomáhat správnému přisání dítěte. Ženy s nejvyšším BMI v naší studii měly rovněž největší obvod hrudníku, který podle námi zjištěných hodnot pozitivně koreluje s množstvím mateřského mléka ($p = 0,003$, $r = 0,825$). U hodnoty BMI byl zjištěn statisticky

významný rozdíl mezi sledovanými obdobími ($p = 0,029$), ale zároveň i pozitivní korelace s tvorbou mateřského mléka ($p = 0,044$, $r = 0,661$). Taggart et al. (1967) udávají, že tukové zásoby se během těhotenství tvoří hlavně v oblasti stehen. Sohlström et Forsum (1995) dodávají, že v období laktace dochází k mobilizaci tukových zásob především z oblasti stehen a v menší míře z trupu. Jako pozitivní korelace mezi množstvím mateřského mléka se v naší studii ukázala právě korelace s obvodem středu stehna ($p = 0,040$, $r = 0,632$) a obvodem pasu ($p = 0,025$, $r = 0,680$). Jako významná se z hlediska produkce mateřského mléka ukázala i korelace s hmotností FM BIA ($p = 0,034$, $r = 0,651$). U jedné z žen s nejvyšším BMI se hmotnost FM během laktace zvyšovala a objem mateřského mléka měla poměrně stabilní kolem 150 ml.

Další zjištěnou pozitivní korelací s množstvím mateřského mléka v naší studii byla hmotnost kostí ($p = 0,031$, $r = 0,697$), šířka zápěstí ($p = 0,024$, $r = 0,686$) a šířka epikondylu femuru ($p = 0,037$, $r = 0,642$). Laskye et al. (1998) popisují, že obsah minerálních látek (v %) v bederní páteři negativně koreloval s objemem mateřského mléka a výškou matky. Z toho vyplývá, že pokles obsahu minerálních látek v kostech byl větší u vyšších žen a u těch, které měly větší objem mateřského mléka. Z těchto poznatků lze usoudit, že to, jakou má žena stavbu kostry, může později také ovlivnit i množství mateřského mléka.

Pozitivní korelace s množstvím mateřského mléka v naší studii zahrnovaly i hodnoty týkající se tělních tekutin. Konkrétněji TBW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ECW ($p = 0,020$, $r = 0,733$) a ICW ($p = 0,016$, $r = 0,748$). Z nalezených studií se pouze Robinson (1986) zmiňuje o přetrvávajícím zvýšeném množství ECW během období laktace a Hopkinson et al. (1997) zjistili vyšší hydrataci netučné tkáně u kojících žen oproti těm, které nekojily.

Studie Laskye et al. (1998) mimo jiné zjistila, že objem mateřského mléka pozitivně koreluje s hmotností ($p < 0,0001$) a výškou ($p = 0,006$) dítěte. Naproti tomu korelace mezi výškou ($p = 0,92$) nebo hmotností ($p = 0,10$) žen a objemem mateřského mléka se jako významné neukázaly. Totéž udávají ve své studii i Pérez-Escamilla et al. (1995), kteří k předchozímu výroku ještě dodali, že porodní hmotnost dítěte je ovlivňována především prenatálním antropometrickým stavem matky, který tak může

nepřímo ovlivnit laktaci prostřednictvím potřeb dítěte. Tato skutečnost v naší studii sice hodnocena nebyla, ale pro další výzkum by mohlo být přínosné zahrnout k hodnocení tvorby mateřského mléka i některé antropometrické parametry dítěte.

Zjištěné hodnoty množství mateřského mléka v dospělých lidech mohou vyvolávat subjektivní dojem, že např. 35 ml je málo, kdežto 147 ml je hodně. Všechny ženy jsou však individuální a stejně tak i jejich miminka, a proto některým dětem bude stačit „malý“ objem mléka a některé ho budou potřebovat více, ale i při rozdílných množstvích mateřského mléka budou jejich potřeby zajištěny.

Po provedení této studie je patrné, že tělesné parametry jako BMI, rozložení tělesného tuku a stavba kostry ženy jsou důležité pro produkci mateřského mléka. Vzhledem k tomu, že žádné studie na toto téma se nepodařilo nalézt, nebylo možné porovnat některé zjištěné hodnoty s jinými daty. Příkladem může být množství TBW, ECW a ICW. Další limitací této práce je i malý počet žen, které se této části studie účastnily, takže nelze z práce vyvodit jednoznačné závěry. V naší studii bylo nejvíce mléka naměřeno ženám s nejvyšším BMI, ale např. studie Mangel et al. udává, že obézní ženy mají se začátkem a udržením laktace problém. Tuto problematiku zmiňují i jiné studie citované v této práci. Žádná z nich ovšem neuvádí, jaká je hranice BMI pro vznik možných potíží s kojením. Pouze Garner et al. se zmiňují o extrémně obézních ženách.

Z výše uvedených důvodů by bylo potřeba provést další studie s větším počtem žen a z různých částí České republiky, aby se výsledky studie daly opravdu vztahovat k populaci českých kojících žen.

10. ZÁVĚR

Výsledky v této práci jsou součástí longitudinální studie zabývající se těhotnými a kojícími ženami. Úkolem této práce bylo zhodnotit tvorbu mateřského mléka ve vztahu k tělesné kompozici českých kojících žen. Této části studie se zúčastnilo 11 žen, ale pouze u 6 žen byly výsledky čtyř vyšetřovaných období kompletní pro tvorbu závěrů v této práci.

Naměřený objem mateřského mléka byl mezi jednotlivými ženami poměrně variabilní. Největší objem mateřského mléka byl naměřen ženám s nejvyšším BMI, které se už řadilo do kategorie obezity. Polovina z vyšetřovaných žen měla největší objem mateřského mléka naměřený při vyšetření L3 a u všech žen byl při vyšetření L4 nejmenší.

Jako statisticky významně odlišné hodnoty mezi vyšetřovanými obdobími byly zjištěny hodnoty BMI ($p = 0,029$), BSA ($p = 0,019$), obvodu pasu ($p = 0,048$) a obvodu boků ($p = 0,031$). Tyto hodnoty spadají pod hladinu významnosti 0,05.

Tvorba mateřského mléka pozitivně korelovala s několika parametry. Konkrétně se jednalo o váhu před graviditou ($p = 0,003$, $r = 0,817$), BMI před graviditou ($p = 0,002$, $r = 0,847$), váhu v graviditě ($p = 0,044$, $r = 0,624$), hmotnost kostí BIA ($p = 0,020$, $r = 0,697$), basální metabolismus dle BIA ($p = 0,028$, $r = 0,670$), hmotnost FM BIA ($p = 0,034$, $r = 0,651$), obvod hrudníku ($p = 0,003$, $r = 0,825$), obvod pasu ($p = 0,025$, $r = 0,680$), obvod předloktí ($p = 0,009$, $r = 0,757$), obvod středu stehna ($p = 0,040$, $r = 0,632$), šířku zápěstí ($p = 0,024$, $r = 0,686$), šířku epikondylu femuru ($p = 0,037$, $r = 0,642$), hmotnost kostí ($p = 0,031$, $r = 0,697$) pregravidní BSA ($p = 0,005$, $r = 0,830$), BMI ($p = 0,044$, $r = 0,661$), TBW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ECW ($p = 0,020$, $r = 0,733$), ICW ($p = 0,016$, $r = 0,748$). Významná negativní korelace s tvorbou mateřského mléka se objevila pouze u nárůstu hmotnosti v graviditě ($p = 0,054$, $r = -0,601$).

11. POUŽITÉ ZKRATKY

| zkratka | význam zkratky/český význam |
|----------------|--|
| A | Area / plocha [m ²] |
| ATM | Adipose tissue mass / Tuková tkáň [kg] |
| BCM | Body Composition Monitor / Monitor složení těla |
| BCM | Body Cell Mass / Buněčná hmota s metabolickou aktivito [kg] |
| BF | Body Fat / Tělesný tuk |
| BIA | Bioelectrical Impedance Analysis / Bioelektrická impedanční analýza (těla) |
| BIS | Bioimpedance Spectroscopy / Bioimpedanční spektroskopie |
| BMI | Body Mass Index / Index tělesné hmotnosti; [kg·m ⁻²] |
| BSA | Body Surface Area / Tělesný povrch |
| C | Capacitance / kapacitance [F] |
| CNS | Centrální nervová soustava |
| DM | Diabetes Mellitus |
| ECW | Extracellular Water / Extracelulární tekutina |
| f | Frekvence [Hz] |
| FFECS | Fat-Free Extracellular Solids / Netučné extracelulární pevné látky |
| FFM | Fat Free Mass / Netučná hmota |
| FM | Fat Mass / Tučná hmota |
| G1, G2, G3, G4 | Vyšetření v průběhu gravidity |
| HIV | Human immunodeficiency virus |
| CHOPN | Chronická obstrukční plicní nemoc |
| I | Proud [A] |
| IBW | Ideal Body Weight / Ideální tělesná hmotnost |

| | |
|--------------------------|---|
| ICW | Intracellular Water / Intracelulární voda |
| KVS | Kardiovaskulární systém |
| L | Length / délka vodivého materiálu [m] |
| L1, L2, L3, L4 | Vyšetření v průběhu laktace |
| LTM | Lean Tissue Mass / Netučná tkáň [kg] |
| MF-BIA | Multiple Frequency Bioelectrical Impedance Analysis / Vícefrekvenční bioimpedanční analýza |
| OH | Overhydratation / Převodnění (nadbytek extracelulární tekutiny) [l] |
| R | Odpor [Ω] |
| SF-BIA | Single Frequency Bioelectrical Impedance Analysis / Jednofrekvenční bioimpedanční analýza |
| TBW | Total Body Water / Celkové množství tělesné tekutiny |
| V_b | Body volume / tělesný objem [m ³] |
| WHO | World Health Organization / Světová zdravotnická organizace |
| WHR | Waist-Hip Ratio / Poměr pas-boky |
| X_c | Kapacitní reaktance [Ω] |
| Z | Bioelektrická impedance, bioimpedance [Ω] |
| ρ | Rezistivita, specifický měrný odpor [$\Omega \cdot m$] |
| ϕ | Fázový úhel |

12. SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Pětiúrovňový model tělesného složení | 12 |
| Tabulka 2 Kategorie rozložení tělesného tuku podle poměru WHR..... | 14 |
| Tabulka 3 Stanovení rizika zdravotních komplikací obezity podle hodnot obvodu pasu | 14 |
| Tabulka 4: Základní informace o skupině kojících žen | 33 |
| Tabulka 5: Základní charakteristika kojících žen v průběhu sledovaného období..... | 48 |
| Tabulka 6: Charakteristika tělesné kompozice kojících žen pomocí bioimpedanční analýzy v průběhu sledovaného období | 49 |
| Tabulka 7: Charakteristika tělesné kompozice kojících žen pomocí bioimpedanční analýzy v průběhu sledovaného období – pokračování..... | 50 |
| Tabulka 8: Tělesné obvody kojících žen v průběhu sledovaného období..... | 51 |
| Tabulka 9: Tělesné obvody kojících žen v průběhu sledovaného období – pokračování | 52 |
| Tabulka 10: Stanovení hmotnosti kostí při prvním vyšetření | 53 |
| Tabulka 11: Stanovení množství tělesných tekutin pomocí BCM v průběhu sledovaného období | 54 |
| Tabulka 12 Stanovení statisticky významných rozdílů u testovaných parametrů | 55 |
| Tabulka 13 Korelace mezi tvorbou mateřského mléka a sledovanými parametry..... | 56 |

13. SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Průtok nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního proudu tělními tkáněmi..... | 17 |
| Obrázek 2 Grafické odvození fázového úhlu vyjádřené pomocí diagramu | 19 |
| Obrázek 3 Cole-cole diagram pro měření bioimpedance | 22 |
| Obrázek 4 Znázornění celotělového měření bioimpedance | 24 |
| Obrázek 5 Znázornění celotělového a segmentového měření bioimpedance | 25 |
| Obrázek 6 Znázornění segmentového měření bioimpedance | 25 |

14. SEZNAM GRAFŮ

| | |
|---|----|
| Graf 1 Změny objemu mateřského mléka u kojících žen v průběhu sledovaného období..... | 40 |
| Graf 2 Změny hmotnosti u kojících žen v průběhu sledovaného období | 41 |
| Graf 3 Změny BSA u kojících žen v průběhu sledovaného období..... | 41 |
| Graf 4 Změny BMI u kojících žen v průběhu sledovaného období | 42 |
| Graf 5 Změny v hmotnosti FM BIA u kojících žen v průběhu sledovaného období | 43 |
| Graf 6 Změny v obvodu hrudníku u kojících žen v průběhu sledovaného období..... | 44 |
| Graf 7 Změny obvodu pasu u kojících žen v průběhu sledovaného období | 44 |
| Graf 8 Změny v obvodu boků u kojících žen v průběhu sledovaného období | 45 |
| Graf 9 Změny celkového množství tělesných tekutin u kojících žen v průběhu sledovaného období | 46 |
| Graf 10 Změny objemu extracelulární tělesné tekutiny u kojících žen v průběhu sledovaného období | 46 |
| Graf 11 Změny objemu intracelulární tělesné tekutiny u kojících žen v průběhu sledovaného období | 47 |

15. POUŽITÁ LITERATURA

1. ANDERSON, Dm; WILLIAMS, Fh; MERKATZ, Rb; SCHULMAN, Pk; KERR, Ds et al. Length of gestation and nutritional composition of human milk. Online. *The American journal of clinical nutrition*. 1983, roč. 37, č. 5, s. 810-814. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/37.5.810>. [cit. 2024-05-06]
2. BEALER, Steven L; ARMSTRONG, William E a CROWLEY, William R. Oxytocin release in magnocellular nuclei: neurochemical mediators and functional significance during gestation. Online. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2010, roč. 299, č. 2, s. R452-R458. ISSN 0363-6119. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00217.2010>. [cit. 2024-04-20]
3. BROERS, Natascha J. H.; CANAUD, Bernard; DEKKER, Marijke J. E.; VAN DER SANDE, Frank M.; STUARD, Stefano et al. Three compartment bioimpedance spectroscopy in the nutritional assessment and the outcome of patients with advanced or end stage kidney disease: What have we learned so far? Online. *Hemodialysis International*. 2020, roč. 24, č. 2, s. 148-161. ISSN 1492-7535. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/hdi.12812>. [cit. 2024-04-23]
4. BUTTE, Nancy F a HOPKINSON, Judy M. Body Composition Changes during Lactation Are Highly Variable among Women. Online. *The Journal of nutrition*. 1998, roč. 128, č. 2, s. 381S-385S. ISSN 0022-3166. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jn/128.2.381S>. [cit. 2024-04-21]
5. BZIKOWSKA-JURA, Agnieszka; CZERWONOGRODZKA-SENCZYNA, Aneta; OŁĘDZKA, Gabriela; SZOSTAK-WĘGIEREK, Dorota; WEKER, Halina et al. Maternal Nutrition and Body Composition During Breastfeeding: Association with Human Milk Composition. Online. *Nutrients*. 2018, roč. 10, č. 10, s. 1379. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10101379>. [cit. 2024-05-07]
6. DEY, D K; BOSAEUS, I; LISSNER, L a STEEN, B. Body composition estimated by bioelectrical impedance in the Swedish elderly. Development of population-based prediction equation and reference values of fat-free mass and body fat for 70- and 75-y olds. Online. *European journal of clinical nutrition*. 2003, roč.

- 57, č. 8, s. 909-916. ISSN 0954-3007. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601625>. [cit. 2024-04-25]
7. ELLIS, Kenneth J. Human Body Composition: In Vivo Methods. Online. *Physiological reviews*. 2000, roč. 80, č. 2, s. 649-680. ISSN 0031-9333. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.2.649>. [cit. 2024-04-28]
 8. FORNES, N S a DOREA, J G. Subcutaneous fat changes in low-income lactating mothers and growth of breast-fed infants. Online. *Journal of the American College of Nutrition*. 1995, roč. 14, č. 1, s. 61-65. ISSN 0731-5724. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/07315724.1995.10718474>. [cit. 2024-05-06]
 9. FORSTER, Della A; MCLACHLAN, Helen L a LUMLEY, Judith. Factors associated with breastfeeding at six months postpartum in a group of Australian women. Online. *International breastfeeding journal*. 2006, roč. 1, č. 1. ISSN 1746-4358. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1746-4358-1-18>. [cit. 2024-05-05]
 10. GARNER, Christine D; RATCLIFF, Stephannie L; DEVINE, Carol M; THORNBURG, Lorelei L a RASMUSSEN, Kathleen M. Health Professionals' Experiences Providing Breastfeeding-Related Care for Obese Women. Online. *Breastfeeding Medicine*. 2014, roč. 9, č. 10, s. 503-509. ISSN 1556-8253. Dostupné z: <https://doi.org/10.1089/bfm.2014.0104>. [cit. 2024-05-05]
 11. GUDIVAKA, R; SCHOELLER, D A; KUSHNER, R F a BOLT, M J G. Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. Online. *Journal of Applied Physiology*. 1999, roč. 87, č. 3, s. 1087-1096. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.87.3.1087>. [cit. 2024-05-01]
 12. GUPTA, Digant; LIS, Christopher G; DAHLK, Sadie L; VASHI, Pankaj G; GRUTSCH, James F et al. Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. Online. *The British journal of nutrition*. 2004, roč. 92, č. 6, s. 957-962. ISSN 0007-1145. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/BJN20041292>. [cit. 2024-04-28]
 13. HEYMSFIELD, Sb. Anthropometric Measurements: Application in Hospitalized Patients. Online. *Transfusion medicine and hemotherapy: offizielles Organ der*

- Deutschen Gesellschaft für Transfusionsmedizin und Immunhämatologie*. 1990, roč. 17, č. Suppl. 3, s. 48-51. ISSN 1660-3796. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000222552>. [cit. 2024-04-25]
14. HOPKINSON, J.M.; BUTTE, N.F.; ELLIS, K.J.; WONG, W.W.; PUYAU, M.R. et al. Body fat estimation in late pregnancy and early postpartum: Comparison of two-, three-, and four-component models. Online. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1997, roč. 65, č. 2, s. 432 - 438. ISSN 00029165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/65.2.432>. [cit. 2024-04-21]
15. HRONEK, Miloslav. *Praktická cvičení z morfologie a fyziologie pro posluchače farmaceutické fakulty*. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-80-246-2293-4
16. JAFFRIN, Michel Y a MOREL, Hélène. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. Online. *Medical engineering & physics*. 2008, roč. 30, č. 10, s. 1257-1269. ISSN 1350-4533. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2008.06.009>. [cit. 2024-05-01]
17. JAFFRIN, Michel Y. Body composition determination by bioimpedance: an update. Online. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2009, roč. 12, č. 5, s. 482-486. ISSN 1363-1950. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32832da22c>. [cit. 2024-05-01]
18. KHALIL, Sami; MOHKAR, Mas a IBRAHIM, Fatimah. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. Online. *Sensors*. 2014, roč. 14, č. 6, s. 10895-10928. ISSN 1424-8220. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/s140610895>. [cit. 2024-04-27]
19. KOKAISL, Petr. *Základy antropologie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2007. ISBN 978-80-213-1722-2
20. KYLE, Ursula G.; BOSAEUS, Ingvar; DE LORENZO, Antonio D. a , et al. Bioelectrical impedance analysis Part I: review of principles and methods. Online. *Clinical nutrition*. 2004, roč. 23, č. 5, s. 1226-1243. ISSN 0261-5614. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>. [cit. 2024-04-27]

21. LASKEY, M. A.; PRENTICE, A.; HANRATTY, L. A.; JARJOU, L. M.; DIBBA, B. et al. Bone changes after 3 mo of lactation: influence of calcium intake, breast-milk output, and vitamin D–receptor genotype. Online. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1998, roč. 67, č. 4, s. 685 - 692. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/67.4.685>. [cit. 2024-05-06]
22. LOPOT, František. Bioimpedometrie a její využití v dialyzační léčbě. Online. *Vnitřní lékařství*. 2016, roč. 62, č. 6, s. 47 - 54. ISSN 1801–7592. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/vnitri-lekarstvi/2016-suppl-6/bioimpedometrie-a-jeji-vyuziti-v-dialyzacni-lecbe-60096>. [cit. 2024-04-27]
23. MANGEL, Laurence; MIMOUNI, Francis B; MANDEL, Dror; MORDECHAEV, Nina a MAROM, Ronella. Breastfeeding Difficulties, Breastfeeding Duration, Maternal Body Mass Index, and Breast Anatomy: Are They Related? Online. *Breastfeeding Medicine*. 2019, roč. 14, č. 5, s. 342-346. ISSN 1556-8253. Dostupné z: <https://doi.org/10.1089/bfm.2018.0262>. [cit. 2024-05-05]
24. MARTIN, A D; DRINKWATER, D T; CLARYS, J P; DANIEL, M a ROSS, W D. Effects of skin thickness and skinfold compressibility on skinfold thickness measurement. Online. *American journal of human biology*. 1992, roč. 4, č. 4, s. 453-460. ISSN 1042-0533. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ajhb.1310040404>. [cit. 2024-04-26]
25. MULASI, Urvashi; KUCHNIA, Adam J; COLE, Abigail J a EARTHMAN, Carrie P. Bioimpedance at the Bedside. Online. *Nutrition in clinical practice*. 2015, roč. 30, č. 2, s. 180-193. ISSN 0884-5336. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>. [cit. 2024-04-27]
26. N F, Butte; C, Garza; J E, Stuff; E O, Smith a B L, Nichols. Effect of maternal diet and body composition on lactational performance. Online. *The American journal of clinical nutrition*. 1984, roč. 39, č. 2, s. 296-306. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/39.2.296>. [cit. 2024-05-05]
27. PEREMSKÝ, Zdeněk. Význam měření BCM (Body composition monitor) u pacientů s renální insuficiencí. Online. *Urologie pro praxi*. 2013, roč. 2013, č. 1.

ISSN 1803-5299. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/uro/2013/01/05.pdf>.
[cit. 2023-10-15]

28. PÉREZ-ESCAMILLA, R; COHEN, Rj; BROWN, Kh; RIVERA, LI; CANAHUATI, J et al. Maternal anthropometric status and lactation performance in a low-income Honduran population: evidence for the role of infants. Online. *The American journal of clinical nutrition*. 1995, roč. 61, č. 3, s. 528-534. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/61.3.528>. [cit. 2024-05-07]
29. R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Online. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. R Foundation Supporting Members & Donors. 2021. Dostupné z: <https://www.R-project.org/>. [cit. 2024-04-17]
30. RIEGEROVÁ, Jarmila. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu: (příručka funkční antropologie)*. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1993. ISBN 80-7067-307-9
31. ROBINSON, J.J. Changes in body composition during pregnancy and lactation. Online. *Proceedings of the Nutrition Society*. February 1986, roč. 45, č. 1, s. 71 - 80. ISSN 1475-2719. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/PNS19860037>. [cit. 2024-04-21]
32. SHAFER, Kimberly J; SIDERS, William A; JOHNSON, LuAnn K a LUKASKI, Henry C. Validity of segmental multiple-frequency bioelectrical impedance analysis to estimate body composition of adults across a range of body mass indexes. Online. *Nutrition*. 2009, roč. 25, č. 1, s. 25-32. ISSN 0899-9007. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.07.004>. [cit. 2024-05-02]
33. SOHLSTRÖM, A a FORSUM, E. Changes in adipose tissue volume and distribution during reproduction in Swedish women as assessed by magnetic resonance imaging. Online. *The American journal of clinical nutrition*. 1995, roč. 61, č. 2, s. 287-295. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/61.2.287>. [cit. 2024-04-20]
34. STRAUSS, III, Jerome F. a BARBIERI, Robert L. *Yen & Jaffe's Reproductive Endocrinology*. Online. 8th edition. Elsevier, 2019. ISBN 978-0-323-47912-7.

- Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/C2015-0-05642-8>. [cit. 2024-04-20]
35. TAGGART, Nan R; HOLLIDAY, Ruth M; BILLEWICZ, W Z; HYTTEN, F E a THOMSON, A M. Changes in skinfolds during pregnancy. Online. *The British journal of nutrition*. 1967, roč. 21, č. 2, s. 439-451. ISSN 0007-1145. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/BJN19670045>. [cit. 2024-04-20]
36. TALLURI, T; LIETDKE, R J; EVANGELISTI, A; TALLURI, J a MAGGIA, G. Fat-Free Mass Qualitative Assessment with Bioelectric Impedance Analysis (BIA). Online. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1999, roč. 873, č. 1, s. 94-98. ISSN 0077-8923. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1999.tb09454.x>. [cit. 2024-04-28]
37. TURCK SIN, Rivka; BEL, Sarah; GALJAARD, Sander a DEVLIEGER, Roland. Maternal obesity and breastfeeding intention, initiation, intensity and duration: a systematic review. Online. *Maternal and child nutrition*. 2014, roč. 10, č. 2, s. 166-183. ISSN 1740-8695. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2012.00439.x>. [cit. 2024-05-05]
38. WANG, ZM; PIERSON, RN Jr a HEYMSFIELD, SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Online. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1992, roč. 56, č. 1, s. 19 - 28. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>. [cit. 2024-04-21]
39. WITHERS, R.T.; LAFORGIA, J. a HEYMSFIELD, S.B. Critical Appraisal of the Estimation of Body Composition Via Two-, Three-, and Four-Compartment Models. Online. *American Journal of Human Biology*. 1999, roč. 11, č. 2, s. 175–185. ISSN 1042-0533. Dostupné z: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6300\(1999\)11:2<175::AID-AJHB5>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6300(1999)11:2<175::AID-AJHB5>3.0.CO;2-C). [cit. 2024-04-23]
40. WOJCICKI, Janet M. Maternal Prepregnancy Body Mass Index and Initiation and Duration of Breastfeeding: A Review of the Literature. Online. *Journal of Women's Health*. 2011, roč. 20, č. 3, s. 341-347. ISSN 1540-9996. Dostupné z: <https://doi.org/10.1089/jwh.2010.2248>. [cit. 2024-05-05]