

UNIVERZITA KARLOVA
FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ
KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD



DIZERTAČNÁ PRÁCA

Zmeny nutričie, pokojového energetického výdaja a telesnej kompozície u českých žien v období gravidity a laktácie vo vzťahu k pôrodným parametrom a produkcii materského mlieka

Vedúci dizertačnej práce: doc. PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.

Hradec Králové, 2021

Mgr. Simona Najpaverová

Pod'akovanie

Rada by som pod'akovala môjmu školiteľovi doc. PharmDr. Miloslavovi Hronkovi, Ph.D. za pomoc, rady a odborné vedenie počas môjho postgraduálneho štúdia. Tiež by som chcela pod'akovať kolegovi PharmDr. Miroslavovi Kovaříkovi, Ph.D., za jeho spoluprácu. Za milú spoluprácu ďakujem aj pracovníkom Pôrodníckej a gynekologickej kliniky Fakultnej nemocnice Hradec Králové. Pod'akovanie patrí tiež ženám participujúcim v našej štúdií.

Za finančnú podporu ďakujem grantovým projektom GA UK č. 1306218, SVV 260 551, MH CZ – DRO (UHHK, 00179906) a PROGRES Q42.

„Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným autorským dielom, ktoré som vypracovala samostatne (pod vedením školiteľa). Všetka literatúra a ďalšie zdroje, z ktorých som pri spracovaní čerpala, sú uvedené v zozname použitej literatúry a v práci citované. Práca nebola využitá k získaniu iného alebo rovnakého titulu.“

V Hradci Králové dňa

Mgr. Simona Najpaverová

OBSAH

1. ABSTRAKT	7
2. ABSTRACT.....	9
3. ÚVOD.....	11
4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE	13
5. TEORETICKÁ ČASŤ.....	14
5.1 Zmeny telesného zloženia v období tehotenstva a laktácie.....	14
5.1.1 Nárast váhy v období tehotenstva	14
5.1.2 Zmeny tukovej hmoty	17
5.1.3 Zmeny beztukovej hmoty.....	17
5.1.4 Kumulácia telesnej vody	19
5.1.5 Bioimpedančná metóda	21
5.1.5.1 Bioimpedančná spektroskopia	21
5.1.5.2 Princíp bioimpedančnej metódy.....	22
5.1.5.3 Limity bioimpedančnej metódy	27
5.2 Zmeny energetického metabolizmu v období tehotenstva a laktácie	27
5.2.1 Energetický výdaj v období tehotenstva	27
5.2.1.1 Pokojoový energetický výdaj v období tehotenstva.....	28
5.2.1.2 Pokojoový energetický výdaj v období laktácie	33
5.2.1.3 Stanovenie pokojoového energetického výdaja	34
5.2.2 Indirektná kalorimetria.....	36
5.2.2.1 Princíp metódy	37
5.2.2.2 Limity metódy indirektnej kalorimetrie	38
5.3 Zmeny nutričných požiadaviek u tehotných a kojacich žien	38
5.3.1 Zmeny energetického príjmu	38

5.3.2	Zmeny príjmu nutrientov	40
6.	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	46
6.1	Design štúdie	46
6.2	Metodika štúdie	46
6.2.1	Antropometrické vyšetrenia	46
6.2.2	Bioimpedančná spektroskopia	47
6.2.2.1	Postup merania	47
6.2.3	Indirektná kalorimetria	49
6.2.3.1	Postup merania	53
6.2.4	Nutričná analýza	54
6.2.5	Odsávanie mlieka	55
6.2.6	Štatistická analýza	55
6.3	Výsledky štúdie	56
6.3.1	Charakteristika subjektov	56
6.3.2	Stanovenie telesného zloženia	59
6.3.3	Stanovenie pokojového energetického výdaja	61
6.3.4	Stanovenie nutričného príjmu	66
6.3.5	Korelácie	74
6.3.5.1	Korelácie v období tehotenstva	74
6.3.5.2	Korelácia v období laktácie (predovšetkým s produkciou materského mlieka)	75
7.	DISKUSIA	78
8.	ZÁVER	85
9.	POUŽITÉ SKRATKY	87
10.	ZOZNAM TABULIEK, OBRÁZKOV A GRAFOV	89

10.1	Zoznam tabuliek.....	89
10.2	Zoznam obrázkov.....	90
10.3	Zoznam grafov.....	91
11.	PREHĽAD PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI	92
12.	PREZENTÁCIE NA KONFERENCIÁCH.....	93
13.	ĎALŠIE ODBORNÉ AKTIVITY	95
13.1	Oponentské posudky bakalárskych prác.....	95
13.2	Iné.....	95
14.	POUŽITÁ LITERATÚRA	96

1. ABSTRAKT

Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biologických a lékařských věd

Kandidát: Mgr. Simona Najpaverová

Školitel: doc. PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.

Názov dizertačnej práce: **Zmeny nutričie, pokojového energetického výdaja a telesnej kompozície u českých žien v období gravidity a laktácie vo vzťahu k pôrodným parametrom a produkcii materského mlieka**

Úvod a cieľ: V období tehotenstva telo ženy prechádza mnohými zmenami, ktoré podporujú správny vývoj plodu a pripravujú telo budúcej matky na pôrod ako aj následné obdobie kojenia. Sledovaním týchto zmien môžeme podchytiť nefyziologický priebeh gravidity a predísť tak možným komplikáciám, ktoré narušujú proces vývoja plodu, samotného pôrodu, laktácie či budúceho života novorodenca. Cieľom tejto longitudinálnej štúdie bolo zaznamenať zmeny zloženia telesnej kompozície, pokojového energetického výdaja (REE) a nutričného príjmu žien v období tehotenstva a laktácie a zhodnotiť vzťah týchto parametrov k pôrodným charakteristikám novorodenca (výška, hmotnosť) a produkcii materského mlieka, nakoľko to u žien českej populácie nie je známe.

Metodika: Do štúdie bolo zaradených 92 zdravých, českých žien, prvorodičiek, s fyziologicky prebiehajúcim tehotenstvom. Vyšetrenia žien prebiehali v troch obdobiach gravidity (G1 fáza: 17.-27. gestačný týždeň; G2 fáza: 28.-35. gestačný týždeň; G3 fáza: 36.-38. gestačný týždeň), v deň pôrodu, 24 hodín po pôrode a následne štyrikrát v období laktácie (3 týždne a 3, 6, 9 mesiacov po pôrode). Pri všetkých vyšetreniach, s výnimkou pôrodného a 24 hodinového popôrodného vyšetrenia, bol ráno, po 12 hodinách - na lačno, indirektnou kalorimetriou meraný REE žien. Po každom kalorimetrickom vyšetrení bola za využitia metódy bioimpedančnej spektroskopie meraná body-kompozícia tela matky. Uvedené vyšetrenia dopĺňalo hodnotenie výživy žien (pomocou programu NutridDan), spočívajúce v analýze nutričných záznamov

zapisovaných ženami 7 dní pred každým vyšetrením. Mliečne vzorky boli získavané, po šiestich hodinách nekojenia, odsávaním mlieka do úplného vyprázdenia prsníka.

Výsledky: V sledovaných obdobiach gravidity medián nárastu hmotnosti žien činil 13,5 kg k čomu prispel nárast telesnej vody (4,7 l), tukovej hmoty (2,3 kg) a beztukovej hmoty (4,4 kg). Zvyšovanie vymenovaných zložiek pozitívne súviselo s nárastom REE, ktorý v druhom trimestri a na začiatku tretieho trimestra, pozitívne asocioval s pôrodnou výškou novorodenca. Uvedené parametre materskej telesnej kompozície, vyjadrené na kg telesnej hmotnosti ženy, navyše súviseli s hmotnosťou plodu na kg hmotnosti ženy (NW/kg). 24 hodín po pôrode hmotnosť matiek poklesla o 4,3 kg. V nasledujúcom období laktácie sa ich hmotnosť naďalej znižovala a v deviatom mesiaci po pôrode, bola ešte o 0,6 kg nižšia ako v období pred koncepciou. Tri týždne po pôrode došlo k významnému poklesu REE a v ďalších obdobiach laktácie sa jeho hodnoty udržiavali v stabilnom trende. Aj keď sa nutričný príjem počas tehotenstva ani v priebehu laktácie v jednotlivých obdobiach významne nelíšil i napriek tomu pozitívne koreloval s NW/kg a produkciou materského mlieka vyjadreného na kg hmotnosti matky (MV/kg). Produkcia mlieka súvisela s vyšším zastúpením telesnej vody a beztukovej hmoty matky vyjadrených na kg jej hmotnosti. Vyššie zastúpenie tukovej hmoty na kg hmotnosti a vyššie BMI ženy naopak znižovalo MV/kg. Negatívna asociácia s BMI bola zaznamenaná už v období tesne pred pôrodom, kedy $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ súviselo s nižším MV/kg tri týždne po pôrode.

Záver: V štúdiu bola u českých tehotných žien preukázaná súvislosť medzi optimálnym nutričným príjmom, body-kompozíciou a REE, ktoré úzko súviseli s pôrodnými parametrami novorodenca. V období laktácie, telesná kompozícia matky a jej nutričný príjem navyše asociovali s produkciou materského mlieka. Tieto zistenie prispievajú k prosperite matky a plodu a môžu tak nájsť uplatnenie v klinickej praxi.

2. ABSTRACT

Charles University, Faculty of Pharmacy in Hradec Kralove

Department of Biological and Medical Sciences

Candidate: Mgr. Simona Najpaverova

Supervisor: doc. PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.

Title of Doctoral Thesis: **Changes in nutrition, resting energy expenditure, and body composition of Czech women during pregnancy and lactation in relation to birth parameters and milk production**

Introduction and objective: During pregnancy, a woman's body undergoes many changes that support proper fetus development and prepare the mother's body for delivery as well as subsequent breast-feeding period. Monitoring of these changes, can detect a non-physiological course of pregnancy and thus prevent potential complications that disrupt fetus development, the delivery itself, lactation or newborn future life. This longitudinal study aimed to detect changes in maternal body composition, resting energy expenditure (REE) and nutritional intake during pregnancy and lactation and assess the relationship of these parameters with newborn characteristics (height, weight) and maternal milk production, which is not well known in women of the Czech population.

Methods: 92 healthy primiparous Czech women with a physiological pregnancy were included in the study. The examinations of women were performed in three pregnancy periods (G1 phase: 17th-27th gestational week, G2 phase: 28th-35th gestational week, G3 phase: 36th-38th gestational week), on the day of delivery, 24 hours after delivery and then four times during lactation (3 weeks and 3, 6, 9 months after delivery). The women's REE was measured by indirect calorimetry in all examinations except for examination on the day of delivery and 24-hour postpartum. REE was measured in the morning, after 12 hours of fasting. After that body composition of the mother was measured by using the bioimpedance spectroscopy method. Mentioned examinations were complemented by women's nutritional assessment (with the programme NutridDan) based on the analysis

of 7-days nutritional records taken by women before each examination. Milk samples were obtained after 6 hours of non-breast-feeding by breast pump until the breast was completely emptied.

Results: In the observed pregnancy periods, the median of women's weight gain was 13.5 kg with the contribution of body water (4.7 l), fat mass (2.3 kg) and fat-free mass (4.4 kg). The increase of mentioned components had a positive association with an increase in REE. REE in the second trimester and at the beginning of the third trimester was positively associated with the birth height of the newborn. The mentioned parameters of maternal body composition expressed in kg of woman's body weight were associated with the newborn weight per kg of woman's weight. 24 hours after delivery mother's weight decreased about 4.3 kg. Women's weight continued to decrease in the following period of lactation and nine months after delivery was about 0.6 kg lower than before conception. REE decreased significantly to three weeks postpartum. It's values seemed to be stable in the following phase of lactation. Although, nutritional intake didn't change significantly during pregnancy and lactation, the positive correlation of nutritional intake with NW/kg and maternal milk production expressed in kg of mother's weight (MV/kg) was observed. Milk production associated with a higher proportion of body water and maternal fat-free mass expressed in kg of her weight. On the other hand, higher fat mass per kg weight and higher women's BMI decreased MV/kg. The negative association of BMI was noticed just before the delivery. BMI > 25 kg/m² correlated with the lower MV/kg three weeks postpartum.

Conclusions: The study of Czech pregnant women showed a correlation between optimal nutritional intake, body composition and REE that were closely related to the parameters of the newborn. Moreover, maternal body composition and her nutritional intake were associated with maternal milk production. These findings not only contribute to the prosperity of mother and fetus but also can be used in clinical practice.

3. ÚVOD

Tehotenstvo je najkrajším obdobím v živote ženy, kedy telo budúcej matky prechádza dynamickými zmenami. Okrem psychických zmien, sa v krátkom čase výrazne mení antropometria a fyziologické parametre. Prejavom zmien je prírastok hmotnosti ženy, ktorý zahŕňa nárast tukovej hmoty, hmoty bez tuku, zadržiava sa telesná voda čo ovplyvňuje celkovú funkciu metabolizmu. Nakoľko gravidná žena „ťahá za dvoch“, s rastúcim plodom sa mení - zvyšuje aj jej energetický výdaj. Uvedené zmeny odrážajú adaptáciu tela matky na nároky vyvíjajúceho sa plodu, no takisto bránia poškodeniu materského organizmu v priebehu tehotenstva ako aj samotného pôrodu a laktácie.

Aby materský organizmus zvládol pokrýť rastúce nároky výsledku koncepcie, je potrebné udržať energetický balans dodaním energie skrz nutričný príjem ženy. Vo fáze intrauterinného vývoju je plod odkázaný na prísun živín z obehu matky. V období kojenia je pre výživu novonarodeného jedinca strava matky nemenej dôležitá. Materské mlieko je najlepším zdrojom výživy pre novorodenca, ktorý poskytuje jedinečný, vyvážený profil výživných látok. Pre zvýšené nároky na mnoho zložiek nutričie je, počas tehotenstva a laktácie, potrebné zaistiť žene dostatočný prísun živín. Optimálny nutričný príjem prispieva k udržaniu homeostázy v organizme gravidnej ženy, podporuje správny fetálny vývoj a poskytuje obsahovo kvalitný zdroj výživy kojenca v období laktácie. Nedostatočná či naopak nadmerná výživa matiek môže súvisieť s neadekvátnym zastúpením základných živín, a narúšať tak prosperitu matky i jej potomka.

V súčasnej dobe je u nás starostlivosť o tehotné ženy na vysokej úrovni, no i napriek tomu sa otázke body-kompozície, metabolizmu a tiež nutričnému príjmu venuje malá pozornosť. Odhalenie možných deficitov hodnotením výživového príjmu, určenie zloženia tela využitím bioimpedančnej analýzy ako aj stanovenie funkcie energetického výdaja indirektnou kalorimetriou, pomáha odhaliť prípadné odchýlky od fyziologických noriem už v skorom období gravidity, čo zlepšuje výsledky tehotenstva, podporuje laktáciu a zvyšuje dlhodobú kvalitu života. Zníženie chorobnosti a teda zníženie nákladov na zdravotnú starostlivosť je veľkým prínosom nie len pre jednotlivca a spoločnosť, ale aj zdravotníctvo ako také.

Táto dizertačná práca je výsledkom dlhodobého výskumu skupiny Klinickej fyziológie výživy a metabolizmu pod vedením doc. Miloslava Hronka v spolupráci s Pôrodnícko-Gynekologickou klinikou Fakultnej nemocnice Hradec Králové. Pozornosť štúdie bola sústredená na popis zmien telesného zloženia, pokojového energetického

výdaja a nutričného príjmu v období tehotenstva a laktácie. Popri deskripcii bolo zámerom zistiť súvislosti týchto meraných parametrov s pôrodnými charakteristikami novorodenca a tiež produkciou materského mlieka a tak priniesť nové poznatky, ktoré by, verifikované viacerými štúdiami, boli prínosom pre klinickú prax.

4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce môjho doktorského štúdia bolo zaznamenať zmeny zloženia telesnej kompozície, pokojového energetického výdaja a nutričného príjmu žien v období tehotenstva a laktácie a zhodnotiť vzťah týchto parametrov k pôrodným charakteristikám novorodenca (výška, hmotnosť) a produkcii materského mlieka, nakoľko to u žien českej populácie nie je známe.

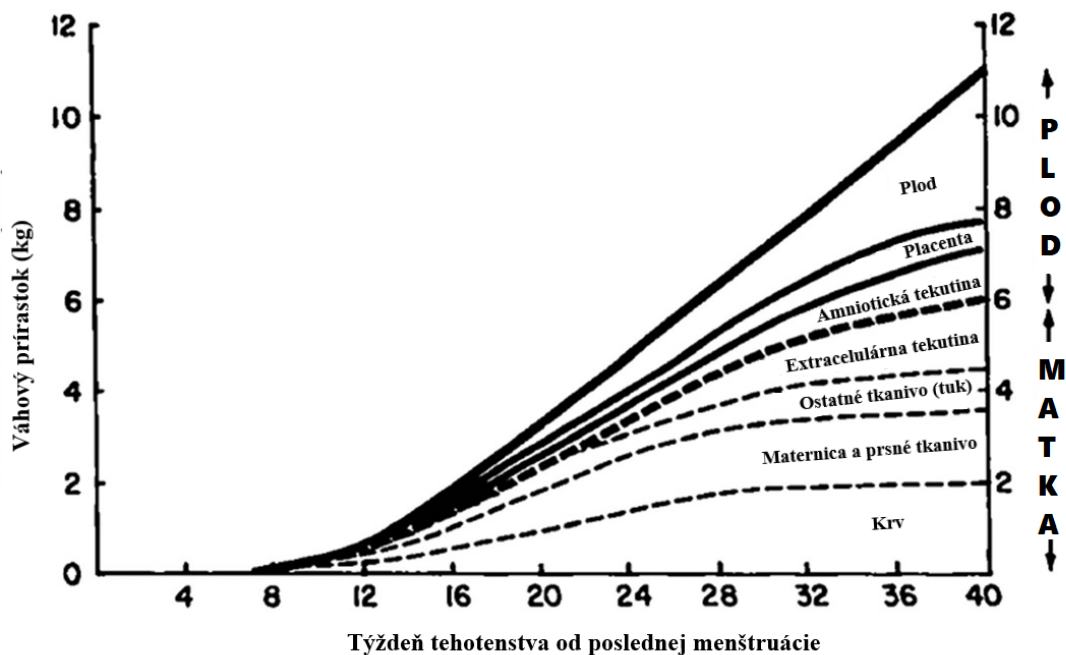
5. TEORETICKÁ ČASŤ

5.1 Zmeny telesného zloženia v období tehotenstva a laktácie

5.1.1 Nárast váhy v období tehotenstva

Obdobie gravidity je prirodzene späté so zvýšením telesnej váhy matky. Váhový prírastok (WG) súvisí so zmenami zastúpenia tukového, beztukového tkaniva a telesnej vody. Na WG sa podieľa aj zväčšenie objemu prsníkov, zvyšujúci sa objem krvi a nemenej dôležité sú aj zmeny feto-maternálnych štruktúr t.j. maternica, plod, plodová voda, amniotická membrána, placenta (Obrázok 1) (1-3).

Obrázok 1: Zložky podieľajúce sa na priemernom náraste váhy počas tehotenstva
(prevzaté z Pitkin 1976 (4) a upravené)



Nárast váhy je u každej ženy individuálnym procesom, ktorý ovplyvňujú mnohé faktory. Okrem socioekonomických, etnických, psychických aspektov má svoj vplyv aj početnosť tehotenstva a predkoncepčná telesná kompozícia (5). Z hľadiska predikcie WG počas tehotenstva je veľký dôraz kladený na pre-gravidnú váhu (ppW) resp. pre-gravidné

BMI (ppBMI) ženy. V kontexte s týmito parametrami sa ženám s nižšou ppW odporúča vyšší WG počas tehotenstva a naopak u žien vyššej váhovej kategórie je počas gravidity odporúčaný nižší WG (6, 7). Súčasné odporúčania WG na základe kategorizácie podľa ppBMI uvádza Tabuľka 1. Demografické štúdie popisujú 10-16,7 kg WG u žien s normálnou váhou (7). U dospelých žien bol pozorovaný vyšší WG ako u žien dospelých (8). V súvislosti s odporúčeniami Svetovej zdravotníckej organizácie viaceré štúdie potvrdili menší nárast váhy u žien s vyšším BMI (7, 9, 10).

Tabuľka 1: Odporúčania prírastku váhy počas tehotenstva podľa predkoncepčného BMI ženy

(prevzaté z *Widen et al. 2014* (2) a upravené)

Kategorizácia podľa ppBMI	Doporučený WG (kg) počas tehotenstva	Týždenný WG (kg/týždeň) v 2. a 3. trimestri
Podváha (BMI < 18,5 kg/m ²)	12,5-18,0	0,51 (0,44-0,58)
Normálna váha (BMI: 18,5-24,9 kg/m ²)	11,5-16,0	0,42 (0,35-0,50)
Nadváha (BMI: 25,0-29,9 kg/m ²)	7,0-11,5	0,28 (0,23-0,33)
Obezita (BMI ≥ 30 kg/m ²)	5,0-9,0	0,22 (0,17-0,27)

Pozn.: Kalkulácia započítava zvýšenie hmotnosti o 1-3 kg v 1. trimestri u všetkých žien okrem obéznych, ktorým je doporučené v 1. trimestri priať 0,5-2,0 kg (7).

BMI - index telesnej hmotnosti, ppBMI - pre-gravidný index telesnej hmotnosti, WG - váhový prírastok

Hmotnosť ženy počas obdobia gravidity nenarastá lineárne. WG počas prvého trimestra je relatívne malý (0,18 kg/týždeň). Počas nasledujúceho trimestra dochádza k výraznému nárastu váhy (0,54 kg/týždeň) a treťom trimestri sa navyšovanie telesnej hmotnosti mierne spomalí (0,49 kg/týždeň) a udržiava si konštantný trend až do dňa pôrodu (11, 12). Abrams et al. popisuje týždenný WG v priemere o 0,169 ± 0,268 kg v prvom trimestri, 0,563 ± 0,236 kg v druhom trimestri a 0,518 ± 0,234 kg v treťom trimestri (13). Podobné výsledky priniesla štúdia, ktorá zaznamenala WG 0,15 ± 0,3 kg/týždeň v prvej fáze tehotenstva, 0,49 ± 0,2 kg/týždeň v druhom trimestri a v poslednej fáze tehotenstva o 0,52 ± 0,3 kg/týždeň (14). V inej štúdii sa popisuje

trimestrálny WG $2,3 \pm 2,1$ kg v prvom, $7,0 \pm 2,0$ kg v druhom a $6,3 \pm 2,4$ kg v poslednom období gravidity (15). Niektoré experimentálne práce naopak zaznamenali pokles váhy matky, ktorý bol následkom nevoľnosti či zvracania (16).

Dodržanie optimálneho rozsahu WG je dôležitým faktorom pre blaho plodu aj matky. V súčasnej dobe, keď v populácii stúpa prevalencia obezity, je kontrola váhy podstatnou prevenciou komplikácií v gravidite (17). Literatúra uvádza, že 48 % žien v reprodukčnom veku počas tehotenstva prekračuje rozsah odporúčaného WG (18, 19). Nadmerný WG zvyšuje u matky riziko výskytu gestačného diabetu mellitu (20, 21), tehotenstvom indukovanej arteriálnej hypertenzie, preeklampsie či ukončenia pôrodu cisárskym rezom (20, 22, 23). Nadmerný WG gravidnej ženy spolu s vysokým ppBMI vplýva aj na plod, ktorý je tak ohrozený vysokou pôrodnou hmotnosťou, makrosómiou ($>4000-4500$ g) až predčasným pôrodom (24, 25).

Navýšenia telesnej hmotnosti prekračujúce odporúčané normy prináša negatíva aj v období po pôrode. Vysoký WG v priebehu tehotenstva zvyšuje pravdepodobnosť udržania si neadekvátne vysokej telesnej váhy matky aj dlhú dobu po pôrode (26). Ženy, ktoré počas tehotenstva nadobudli vysoký WG, sa ťažšie zbavujú nadbytočných kíľ. Tri roky po pôrode, si udržiavajú vyššiu váhu ($7,07 \pm 5,3$ kg) oproti ženám s optimálnym WG v gravidite ($4,87 \pm 6,7$ kg) (27). Dieťa narodené takejto matke je viac ohrozené následkami spojenými s jej vysokým WG či samotnou obezitou. Vysoká pôrodná váha novorodenca predikuje vyšší výskyt obezity, diabetu mellitu a kardiovaskulárnych chorôb v jeho neskoršom veku (28). Štúdia Hoover et al. 2019 uvádza, že až u 50 % takýchto detí sa rozvinie obezita a metabolický syndróm v šiestom až jedenástom roku života (18).

Aj opačný trend t.j. nízka hmotnosť ženy či nedostatočné naberanie váhy počas tehotenstva narúša jeho fyziologický priebeh a tým aj optimálnosť vývoja plodu. Ani v tomto smere počet žien nie je zanedbateľný. Nízky WG je často spojený s nedostatočným nutričným príjmom matky (29). Nedostatočná výživa plodu potláča jeho správny vývoj čo väčšinou súvisí s nízkou pôrodnou váhou novorodenca narodeného v plánovanom termíne alebo predčasným pôrodom (5). Nízkou pôrodná váha nového jedinca je spojená so zvýšeným rizikom úmrtia novorodenca a detskej malnutrície, čo prináša negatívne následky až do obdobia dospelosti (30).

5.1.2 Zmeny tukovej hmoty

Tuková hmota (FM) tela jedinca podlieha najväčšej variabilite a jej množstvo počas gravidity pozitívne koreluje s celkovým WG. V priebehu tehotenstva sa 76 % tukového tkaniva ukladá subkutánne. Z pohľadu celkového nárastu sa 46 % tuku hromadí v dolnej oblasti trupu a 32 % v hornej časti trupu. 16 % zastúpenia tuku je distribuovaného do stehien, 1 % do lýtok, 4 % sú uložené v horných ramenách a 1 % v predlaktiach. Na začiatku tehotenstva sú zaznamenávané iba malé zmeny zastúpenia materskej FM, kdežto záver tehotenstva so sebou prináša pomerne veľké zmeny FM (31). Navýšenie váhy o 12,5 kg počas tehotenstva je spojené so 4,55 kg nárastom FM (32). V štúdiách, ktoré pracovali s metodikou hodnotenia telesnej kompozície, upravenou pre tehotnú ženu, sa WG pohyboval v rozmedzí 9,15 kg do 13,6 kg, čo bolo spojené so zvýšením FM o 1,9 kg-5,8 kg (33-35). Za zmienku stojí, že väčšina žien týchto štúdií mala normálnu váhu počas gravidity. Komplexná štúdia Lederman et al. popisuje najväčší nárast FM u malnutričných žien (o 4,8 kg) a naopak najnižší prírastok FM u žien s nadváhou (o 2,8 kg) (5). Podobne ako u celkového WG v gravidite, nepriamu úmernosť pozorujeme aj vo vzťahu nárastu FM a ppW resp. ppBMI (33). Rozdielne výsledky boli pozorované u žien, ktorých WG bol mimo rozmedzia odporúčaní. Ženy s nízkym BMI do 36. týždňa tehotenstva pribrali $5,3 \pm 3,9$ kg FM a ženám s vysokým BMI sa zastúpenie FM zvýšilo o $8,4 \pm 4,1$ kg (32). Iná štúdia zaznamenala najnižší nárast FM u obéznych žien v porovnaní so ženami normálnej a nízkej váhovej kategórie (5).

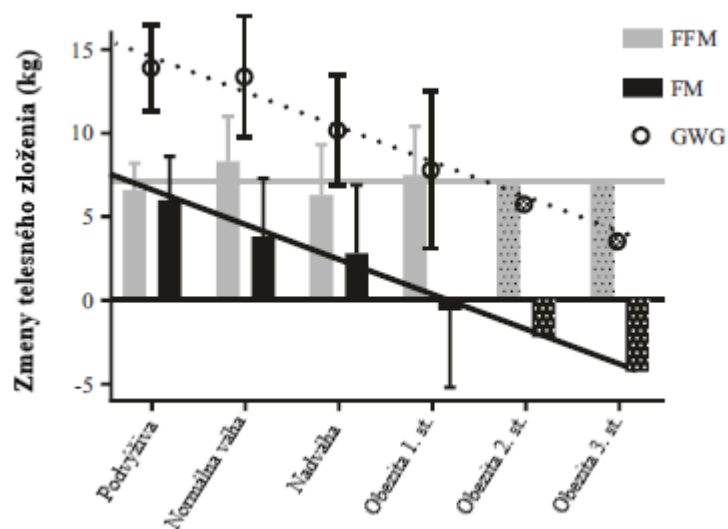
Posudzovanie nárastu FM je nevyhnutné pre pokrytie energetických nárokov súvisiacich s donosením plodu v termíne (35, 36). Naviac, nárast tukového tkaniva v tehotenstve pripravuje telo matky na zabezpečenie potrieb novorodenca aj v období laktácie (37). Nárast FM v tehotenstve súvisí s množstvom FM po pôrode (7). Ukazuje sa, že ženy, multipary, ktoré po pôrode nekojili, zadržiavajú viac FM ako kojace. Kojenie napomáha k mobilizácii metabolicky aktívnejšieho viscerálneho tuku nahromadeného počas obdobia gravidity (38).

5.1.3 Zmeny beztukovej hmoty

Na navýšenie váhy v tehotenstve sa podieľa aj beztuková hmota (FFM), ktorej množstvo v priebehu gravidity narastá (39). Zastúpenie FFM sa počas tehotenstva navyšuje o 5,27 kg, čo predstavuje 16,1 % nárast FFM, v období od prvého trimestra po

deň pôrodu (40). Ďalšia štúdia popisuje nárast FFM o 1,0 kg v 14. týždni gravidity a 7,1 kg v 32. gestačnom týždni v porovnaní s predkoncepčnou hodnotou FFM (41). Podobné výsledky popisuje aj štúdia Butte et al., ktorá zaznamenala nárast 7,95 kg FFM pri 12,5 kg WG (32). Predpokladá sa, že nárast FFM nezávisí od BMI a zdá sa byť relatívne konštantný u všetkých BMI kategórií (od podvýživy až k štádiu obezity) (Obrázok 2) (31). FFM však asociuje s nárastom celkovej telesnej vody (TBW), ktorý zvyšuje hydratáciu FFM a teda znižuje jej hustotu (32). Maximum nárastu FFM bolo zaznamenané v poslednom trimestri gravidity (42) (Obrázok 3). Nakoľko ku koncu tehotenstva sa 60 % zastúpenia proteínov ukladá vo vyvíjajúcom sa plode môže byť nárast materskej FFM ovplyvnený zastúpením plodu (40). Po pôrode množstvo FFM pokleslo ale jeho hodnoty ostávajú signifikantne vyššie ako pred tehotenstvom ($p < 0,05$) (41).

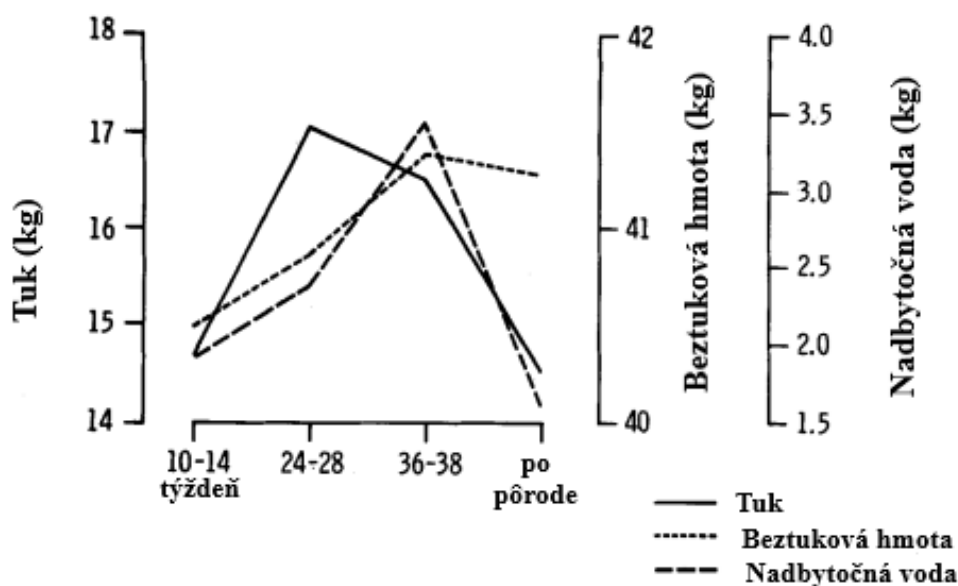
Obrázok 2: Zmeny telesnej kompozície v tehotenstve na základe BMI kategorizácie
(prevzaté z *Most et al. 2018* (31) a upravené)



Pozn.: FFM - beztuková hmota, FM - tuková hmota, GWG = WG - váhový prírastok v gravidite

Obrázok 3: Zmeny telesnej kompozície počas tehotenstva

(prevzaté z *Pipe et al. 1979 (42)* a upravené)



5.1.4 Kumulácia telesnej vody

Fyziologicky prebiehajúce tehotenstvo je spojené aj so zvyšovaním zastúpenia telesných tekutín v materskom organizme. K výraznému nárastu TBW a extracelulárnej tekutiny (ECW) dochádza počas 2. a 3. trimestra gravidity. Intracelulárna tekutina (ICW) zaznamenáva svoje maximum v poslednej fáze tehotenstva. Odráža tak zadržiavanie telesnej vody v prsnom tkanive či v oblasti panvy (43). Nárast TBW súvisí s expanziou plazmatického objemu (3). Množstvo telesnej vody sa nezvyšuje lineárne (32). Najväčšiu variabilitu vykazuje do 14. týždňa gravidity až následne postupne progreduje so zvyšujúcim sa štádiom tehotenstva (3). Jej nárast predstavuje 50-70 % celkového WG počas gravidity (44). Zadržiavanie telesnej vody v materskom organizme súvisí s veľkosťou plodu (45, 46), nesúvisí s ppW ani BMI žien. Nebola pozorovaná ani asociácia telesnej vody materského organizmu s jej gestačným vekom (5). Kumulovanie vody v tele ženy je riadené hlavne hormonálnym vplyvom. Priemerné navýšenie množstva TBW v priebehu celého obdobia gravidity činí 5-8 litrov. Výskum na švédskych tehotných ženách predpokladá ešte väčšie zavodenie, nakoľko popisuje nárast TBW o 6,6 l už v 32. gestačnom týždni (2). Iné štúdie popisujú nárast telesnej vody

v tehotenstve o 7-8 l pričom do extracelulárneho priestoru je distribuovaných 1496 g vody, pri 12,5 kg WG v priebehu gravidity, u žien bez výskytu edému resp. s otokom dolných končatín. Pri výskyte generalizovaného edému sa množstvo zadržanej vody ešte zvýšilo a ECW predstavovala 4697 g (7). Zastúpenie telesných tekutín zaznamenalo vyššie hodnoty aj u žien s gestačnou hypertenziou a to predovšetkým v úvodnej fáze gravidity. V prvom trimestri boli hodnoty TBW, ECW aj ICW najvyššie, v ďalších dvoch trimestroch sa množstvo telesnej vody znižovalo. Pre názornejšie porovnanie fyziologického tehotenstva a stavu gestačnej hypertenzie sú hodnoty telesnej vody uvedené Tabuľke 2.

Tabuľka 2: Množstvo telesnej vody u žien s normálnym tehotenstvom a gestačnou hypertenziou

(prevzaté z *Valensise et al. 2000* (44) a upravené)

Trimester tehotenstva	TBW		ECW		ICW	
	Kontrolná skupina (n=50)	AH skupina (n=13)	Kontrolná skupina (n=50)	AH skupina (n=13)	Kontrolná skupina (n=50)	AH skupina (n=13)
prvý	36,7 ± 4,4	37,4 ± 16,9	11,0 ± 1,3	11,2 ± 5,0	25,7 ± 5,0	26,4 ± 11,8
druhý	40,2 ± 5,0	21,3 ± 14,4	12,0 ± 1,5	6,3 ± 4,3	28,2 ± 3,5	14,9 ± 10,1
tretí	44,4 ± 7,2	17,5 ± 3,4	13,3 ± 2,1	5,2 ± 1,0	31,1 ± 5,0	12,3 ± 2,4

Pozn.: TBW - celková telesná voda (l), ECW - extracelulárna tekutina (l), ICW - intracelulárna tekutina (l), AH skupina - skupina žien s hypertenziou

Po pôrode sa stav hypervolemie tela ženy postupne znižuje (46). Objem plazmy sa tri týždne po pôrode udržiava 10-15 % nad hladinou predkoncepčného obdobia a na pôvodnú hodnotu sa vracia 6 týždňov po pôrode (47). Zmeny množstva TBW, ECW a ICW v období po pôrode uvádza Tabuľka 3. V nasledujúcich fázach laktačného obdobia sa zastúpenie telesnej vody udržiava v stabilnom trende (48).

Tabuľka 3: Zmeny zastúpenia telesnej vody v popôrodnom období(prevzaté z *Cho et al. 2011* (47) a upravené)

	2 dni po pôrode	2 týždne po pôrode	6 týždňov po pôrode	Celková zmena (2 dni-6 týždňov po pôrode)
TBW (kg)	34,79 ± 4,08	32,17 ± 3,68	30,09 ± 3,20	4,70 ± 2,24
ECW (kg)	13,84 ± 1,72	12,59 ± 1,59	11,57 ± 1,25	2,28 ± 1,02
ICW (kg)	20,94 ± 2,41	19,58 ± 2,13	18,52 ± 1,96	2,42 ± 1,29

Pozn.: TBW - celková telesná voda, ECW - extracelulárna tekutina, ICW - intracelulárna tekutina

5.1.5 Bioimpedančná metóda

5.1.5.1 Bioimpedančná spektroskopia

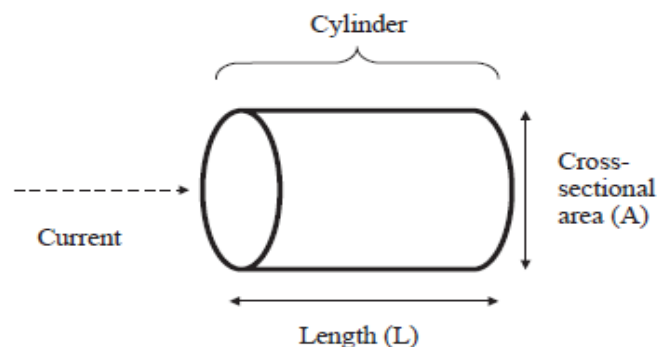
Bioimpedančná spektroskopia (BIS) je forma bioimpedančnej analýzy (BIA), ktorá na základe vodivosti organizmu stanovuje telesnú kompozíciu jedinca. Ide o verifikovanú, neinvazívnu metódu, s mnohými ďalšími výhodami t.j. pomerne nízka cena, nenáročné a rýchle prevedenie merania. Benefitom je tiež možnosť opakovaného merania, nakoľko osoba nie je vystavená ionizujúcemu žiareniu ako je to u iných prístrojov na meranie zloženia tela. Využíva sa k hodnoteniu hydratácie organizmu ako aj zastúpeniu tukovej a beztukovej hmoty (49). Metóda je považovaná za veľmi presnú s 1-2 % odchýlkou pri opakovaných meraniach (50). BIS bola validovaná na vzorke zdravých dospelých ľudí (51). Bola použitá vo výskumných prácach k hodnoteniu patologických stavov (52). Našla uplatnenie aj vo viacerých štúdiách na tehotných (1, 53, 54) a kojacich ženách (48). Nakoľko otázke zmien telesnej kompozície v období gravidity a laktácie je potrebné venovať veľkú pozornosť, má BIS aj v tomto smere v súčasnosti široké použitie v klinickej praxi.

5.1.5.2 Princíp bioimpedančnej metódy

BIA vychádza zo schopnosti ľudského tela viesť elektrický prúd. Jednotlivé tkanivá majú v závislosti na ich hydratácii rôznu vodivosť s čím súvisí aj odpor (tzv. rezistencia - R), ktorý kladú prechádzajúcemu elektrickému prúdu (konkrétne striedavému prúdu veľkosti $\leq 800 \mu\text{A}$) (55, 56). Vysielačný prúd lepšie prechádza prostredím, ktoré obsahuje väčšie množstvo vody a elektrolytov t.j. svalová hmota a krv. Tukového a kostného tkanivo vyvíja prechádzajúcemu prúdu väčší odpor (52). Základný princíp metódy demonštruje Obrázok 4.

Obrázok 4: Princíp bioimpedančnej analýzy

(prevzaté z Kyle *et al.* 2004 (57))



Pozn.: L - dĺžka valca (m), A - plocha valca (m^2), current - prúd prechádzajúci valcom

R objektu je určená dĺžkou (L), plochou (A) a odporom homogénneho vodivého materiálu (ρ), ktorý je priamo úmerný L a nepriamo úmerný A (Obrázok 4) (49). Na základe týchto fyzikálnych veličín je vyjadrená hodnota R podľa nasledujúceho vzťahu (rovnica č.1) (52):

$$R_{(\text{ohm})} = \rho_{(\Omega \cdot \text{m})} \times \frac{L_{(\text{m})}}{A_{(\text{m}^2)}} \quad (1)$$

Pozn.: R - rezistencia, ρ - odpor materiálu, L - dĺžka valca, A - plocha valca

Prechádzajúcemu prúdu kladú odpor aj membrány buniek, hovoríme o kapacitnom odpore (X_c - reaktancii). X_c je daná frekvenciou prúdu a kapacitanciou (rovnicou č. 2). Kapacitné vlastnosti bunkových membrán závisia na zložení bunky a jej integrite. Charakteristikou integrity membrán, ich permeability, veľkosti a hydratácie je fázový uhol (φ) vyjadrený ako arkus tangens X_c k R (rovnicou č. 3) (58). Čím jeho hodnota φ nižšia tým je väčší predpoklad porušenia bunecných membrán (59). Nízky φ ($<5^\circ$) je spojený s horším celkovým zdravím (60).

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

Pozn.: X_c - reaktancia, f - frekvencia signálu, C - kapacitancia

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{X_c}{R} \right) \quad (3)$$

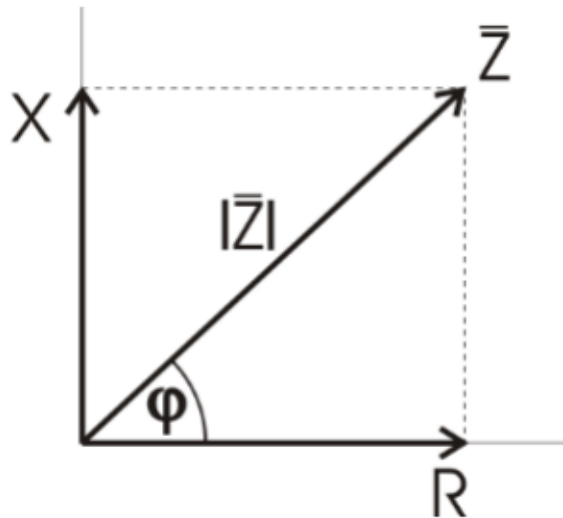
Pozn. : φ - fázový uhol ($^\circ$), X_c - reaktancia (Ω), R - rezistencia (Ω)

Za využitia vyššie uvedených parametrov prístroj výsledne meria impedanciu. Z elektrického hľadiska je impedancia popisovaná ako prekážka toku striedavého elektrického prúdu závislá na frekvencii použitého prúdu. V humánnej oblasti používame termín bioimpedancia (Z), čo je komplexná veličina závislá na veľkosti R a ovplyvnená X_c bunecných membrán (57). Impedanciu vyjadrujeme aj ako vektor R a X_c . (Obrázok 5). Absolútna hodnota Z je vypočítaná podľa matematického vzťahu (rovnicou č.4) (58):

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad (4)$$

Pozn.: Z - impedancia (Ω), R - rezistencia (Ω), X_c - reaktancia (Ω)

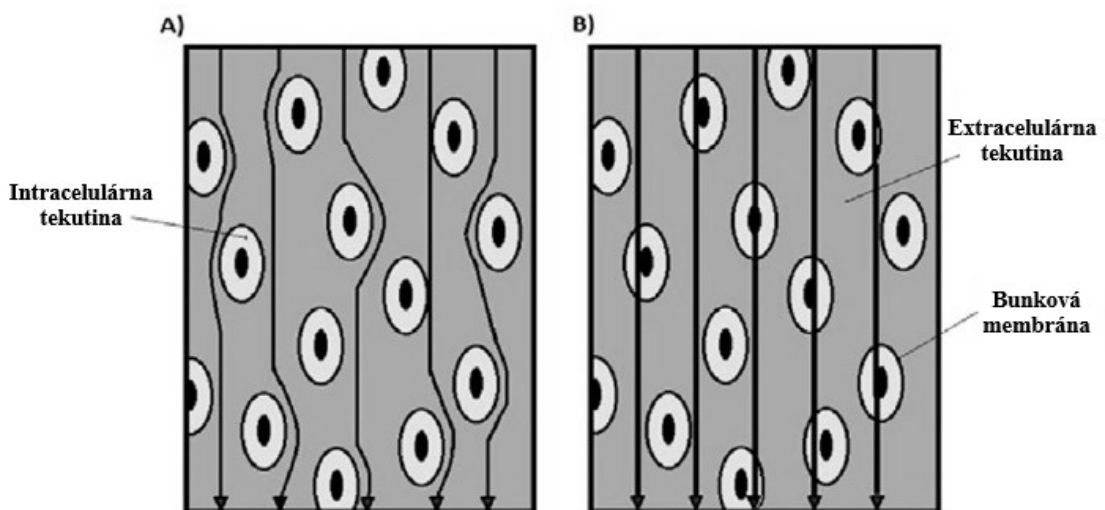
Obrázok 5: Grafické zobrazenie vzťahu bioimpedančných parametrov



Pozn.: $X = X_c$ - reaktancia (Ω), R - rezistencia (Ω), Z - impedancia (Ω), φ - fázový uhol ($^\circ$)

BIS k meraniu impedancie využíva až 50 rôznych frekvencií prúdu (od 5 kHz do 1 MHz). Vďaka širokému spektru frekvencií umožňuje zaznamenávať nie len TBW ale aj hydratáciu prostredia vnútri buniek a mimo nich (49). Pri veľmi nízkej frekvencii prúd prechádza iba extracelulárnym priestorom, cez membrány buniek neprejde (Obrázok 6A). Naopak pri vysokej frekvencii prúd prechádza skrz bunky čím zaznamená množstvo TBW (Obrázok 6B).

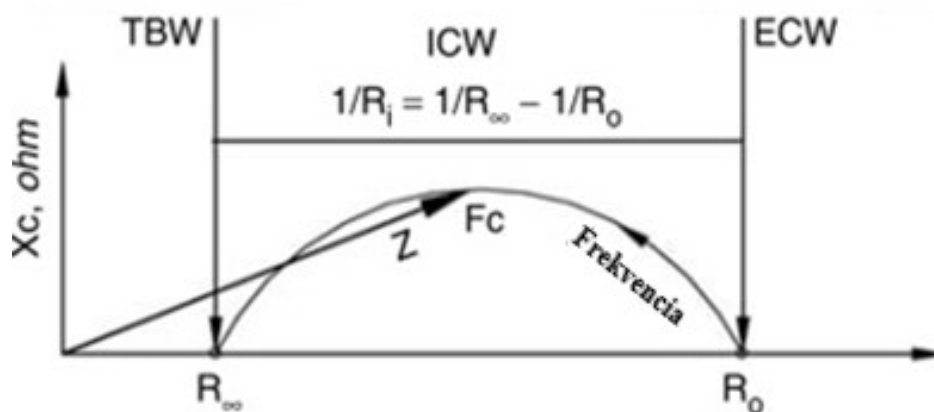
Obrázok 6: Stanovenie mimobunkovej a celkovej telesnej vody
(prevzaté z *Buendia et al. 2019* (61) a upravené)



Na hodnotenie zavodnenia organizmu táto multifrekvenčná metóda nevyužíva empirické rovnice ale pracuje s Cole-Cole modelom a Hanaiovu teóriu. Cole-Cole model je modelom elektrických vlastností biologického tkaniva, ktorý stanovením rezistencie pri nízkej (takmer nulovej - R_0) a vysokej (takmer nekonečnej - R_∞) frekvencii predikuje množstvo ECW a TBW (Obrázok 7). Hanaiova metóda následne slúži k výpočtu množstva telesných tekutín (rovnica č. 5 až č. 9) (62).

Obrázok 7: Vzťah pre odvodnenie množstva vnútrobunkovej tekutiny

(prevzaté z *Piccoli et al. 2005* (62) a upravené)



Pozn.: X_c - reaktancia (Ω), R - odpor (Ω), Z - impedancia (Ω), F_c - frekvencia, pri ktorej reaktancia dosahuje maximum (Hz), R_0 - odpor pri nulovej frekvencii, R_∞ - odpor pri nekonečnej frekvencii (Ω), R_i - odpor vnútri buniek (Ω), TBW - celková telesná voda (l), ECW - extracelulárna tekutina (l), ICW - intracelulárna tekutina (l)

$$ECW = k_{ECW} \times F_{ECW} \quad (5)$$

$$F_{ECW} = \left(\frac{Wt^{1/2} \times Ht^2}{R_{ECW}} \right)^{2/3} \quad (6)$$

Pozn.: ECW - extracelulárna tekutina (l); k_{ECW} - konštanta získaná meraním ECW pomocou referenčnej metódy; F_{ECW} - frekvencia (Hz); Wt - váha (kg); Ht - výška (cm), R_{ECW} - rezistencia pri nulovej hodnote frekvencie na Cole-Cole modely (Ω)

$$ICW = r_{IE} \times ECW \quad (7)$$

$$(1 + r_{IE})^{\frac{5}{2}} = r_{LH} [1 + (r_{IE} \times k_p)] \quad (8)$$

Pozn.: ICW - intracelulárna tekutina (l); ECW - extracelulárna tekutina (l); r_{IE} - pomer ICW a ECW získaný pomocou referenčnej metódy; r_{LH} - pomer rezistencie pri nulovej a nekonečnej frekvencii na Cole-Cole modely, k_p - konštanta získaná regresiou proti r_{IE}

$$TBW = ECW + ICW \quad (9)$$

Pozn.: TBW - celková telesná voda (l), ECW - extracelulárna tekutina (l), ICW - intracelulárna tekutina (l)

Množstvo TBW sa využíva k výpočtu FFM využitím matematického vzťahu (rovnica č.10) za predpokladu konštantnej 73 % hydratácie FFM (60). Zastúpenie FM predstavuje rozdiel telesnej váhy a FFM (rovnica č. 11) (49, 63).

$$FFM = \frac{TBW}{0,73} \quad (10)$$

Pozn.: FFM - beztuková hmota (kg), TBW - celková telesná voda (l)

$$FM = Wt - FFM \quad (11)$$

Pozn.: FM - tuková hmota (kg), Wt - telesná váha (kg), FFM - beztuková hmota (kg)

5.1.5.3 Limity bioimpedančnej metódy

Limitou využitia tejto metódy je menšia presnosť meraní u nadmerne obéznych a malnutričných ľudí, u osôb s abnormálnou telesnou štruktúrou, s narušenou elektrolytovou rovnováhou a hydratáciou organizmu (64). Zníženie presnosti merania ovplyvňuje tiež zvýšená fyzická aktivita či zmena telesnej teploty (57, 65, 66). Kontraindikáciou použitia BIS je prítomnosť kovových telies, implantovaného kardiostimulátora či defibrilátora (64, 67).

Nevýhodou, a to najmä pri celotelovom bioimpedančnom meraní, je nerovnomerný vplyv jednotlivých segmentov tela na merania bioimpedančných parametrov. Odhaduje sa, že ruka predstavuje 4 % telesnej hmotnosti čo prispieva k približne 47 % odporu tela, noha predstavuje 17 % telesnej hmotnosti tela no prispieva k 50% rezistencie, zatiaľ čo hrudník predstavuje 50 % hmotnosti tela ale prispieva iba k 5-12 % rezistencie (68). Zmeny hydratácie v oblasti trupu tak budú mať menší vplyv na impedanciu ako analogické zmeny v končatinách (64).

Výsledky meraní ovplyvňuje aj správne zadanie antropometrických parametrov do prístroja a preto dôkladné zváženie a odmeranie výšky pred samotným meraním je veľmi dôležité (64, 69). K presnejším výsledkom tiež prispieva správne umiestnenie elektród a pravidelná kalibrácia prístroja podľa výrobného protokolu (70). Pri použití prístrojov od rôznych výrobcov, limitu predstavuje obťažnosť porovnávania výsledkov meraní, nakoľko softwary prístrojov pracujú s inými predikčnými rovnicami (71).

5.2 Zmeny energetického metabolizmu v období tehotenstva a laktácie

5.2.1 Energetický výdaj v období tehotenstva

Celkový energetický výdaj (TEE) zastupuje 3 základné zložky t.j. energiu potrebnú k udržaniu životných funkcií v pokojovom stave (REE- resting energy expenditure), energiu na metabolizmus nutričných substrátov (DIT- diet induced thermogenesis) a energiu pre vykonávaní fyzickej aktivity (AEE- activity energy expenditure) (72).

TEE sa v priebehu gravidity zvyšuje. Nárast TEE odráža vyššie energetické nároky, súvisiace so syntézou a vývojom nových tkanív (plod, placenta, plodová voda),

rastom materského tkaniva (prsne tkanivo a maternica), ukladaním tukových zásob v tele matky, zvýšenou spotrebou kyslíka materskými orgánmi a v neposlednom rade aj zvýšením energetickej potreby produktov koncepcie (plod, placenta) a to najmä v závere fyziologicky prebiehajúceho tehotenstva (73). Od začiatku k záveru tehotenstva TEE narastá v priemere o 12,0 % (290 kcal) (74). Iná štúdia uvádza zvýšenie TEE o 29,6 % (387 kcal) od počiatočnej ku konečnej fáze gravidity (75). Naopak najnižší zaznamenaný nárast predstavoval 10,3 % (162 kcal). Za účelom kompenzácie zvyšujúceho sa energetického dopytu môže dôjsť k nasledujúcim zmenám (76):

- 1) zníženie rýchlosti syntézy lipidov a ukladania tukových zásob
- 2) zmena intenzity fyzickej aktivity
- 3) zvýšenie nutričného príjmu t.j. zvýšenie príjmu energie

Pokožový energetický výdaj (REE) sa v klinickej praxi uvádza aj ako bazálna metabolická potreba (BMR), pričom sa ich teoretická podstata líši.

REE je definovaný ako energia, ktorú telo pri absencii fyzickej aktivity vynaloží za 24 hodín, na udržanie základnej bunkovej metabolickej aktivity a životne dôležitých funkcií (dýchanie, srdcový výdaj či telesná teplota) pri absencii nedávneho príjmu potravy, fyzickej aktivity a psychologického stresu (72, 77).

BMR predstavuje množstvo energie potrebnej k udržaniu bdélého stavu za dodržania štandardných podmienok (poloha na chrbte, 10-12 hodín, na lačno, 8 hodín bez fyzickej aktivity, v prostredí, kde teplota negeneruje procesy rozptyľujúce teplo) (78). BMR sa meria, ráno po prebudení, zatiaľ čo REE môže byť merané kedykoľvek počas dňa, na lačno, po minimálne 30 minútovom odpočinku. Hodnoty REE bývajú asi o 10 % vyššie ako BMR (79).

5.2.1.1 Pokojový energetický výdaj v období tehotenstva

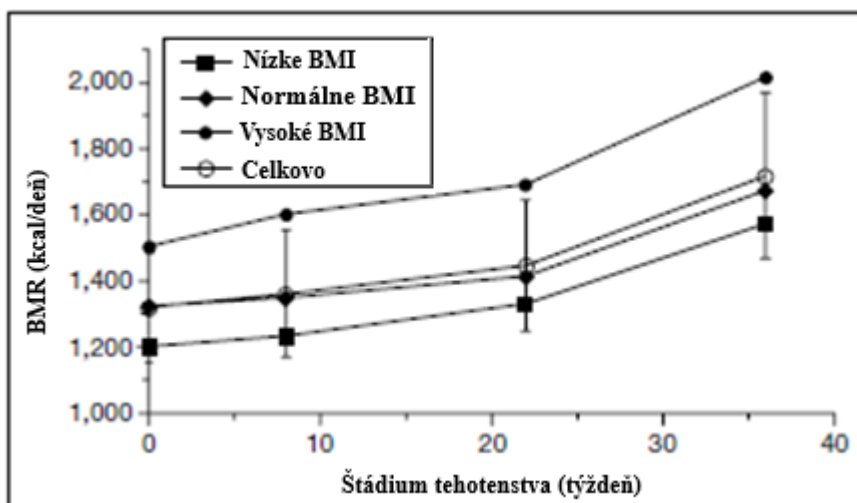
REE zastupuje najväčšiu časť TEE (až 70 %) (80). Jeho nárast predstavuje jednu z hlavných zložiek celkovej energetickej potreby v období tehotenstva (78). Zvýšenie REE je výsledkom zrýchlenej syntézy tkaniva, zvýšenej hmoty tkaniva a zvýšenej kardiovaskulárnej, respiračnej a renálnej práce. Priemerné navýšenie uvádza nárast o 18,0 % (252 kcal) (81). U dobre živých tehotných žien v REE porástlo o 157 MJ (37 497 kcal) čo predstavuje 4 %, 10 % a 24 % postupne v jednotlivých trimestroch

gravidity (82).

Predpokladá sa, že nárast bazálneho metabolizmu súvisí s WG počas tehotenstva resp. ppBMI (Obrázok 8) (83). Butte et al. v štúdií zaznamenal lineárny nárast bazálneho metabolizmu v zameraní sa na ppBMI. V skupine nízkeho ppBMI došlo k nárastu o $8,8 \pm 4,5$ kcal/týždeň, u žien s ppBMI v rámci normálu REE narástol o $9,5 \pm 4,6$ kcal/týždeň a v skupine vysokého ppBMI bolo navýšenie o $16,3 \pm 5,4$ kcal/týždeň (84). V inej štúdií bol u žien s nadváhou tiež pozorovaný vyšší REE oproti ženám, ktorých ppBMI bolo v normálnom rozmedzí (Obrázok 9). V období 1. až 3. trimestra gravidity sa tak u žien s normálnou váhou REE navýšil z 1378 ± 129 kcal/deň na 1654 ± 229 kcal/deň. U žien s nadváhou bol v rovnakom časovom období nárast z 1729 ± 293 kcal/deň na 2111 ± 326 kcal/deň (85).

Obrázok 8: Priemerné hodnoty bazálneho metabolizmu v období tehotenstva u žien s rôznym predkoncepčným indexom telesnej hmotnosti

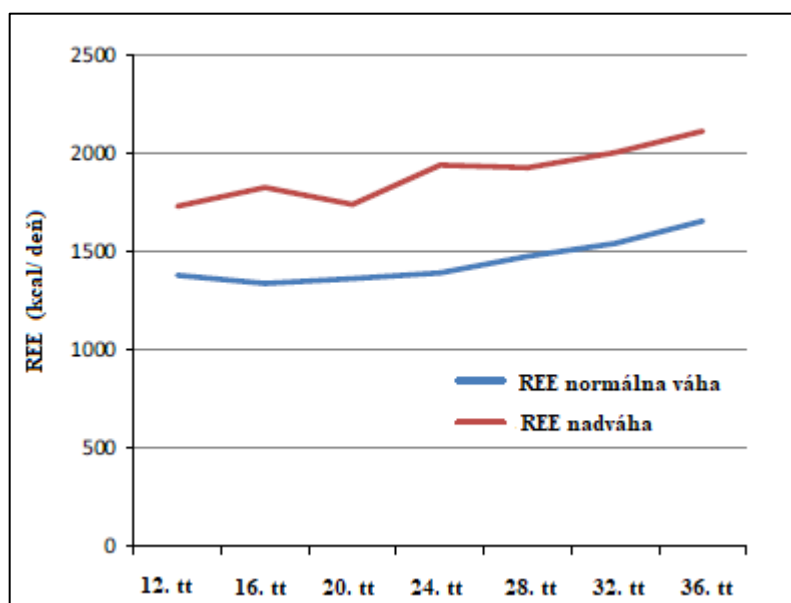
(prevzaté z *Butte et al. 2005* (83) a upravené)



Pozn.: BMI - index telesnej hmotnosti (kg/m^2)

Obrázok 9: Pokojový energetický výdaj u žien s normálnou váhou a nadváhou počas tehotenstva

(prevzaté z Bugatto et al. 2016 (85) a upravené)



Pozn.: REE - pokojový energetický výdaj, tt - týždeň tehotenstva

Determinantou bazálneho metabolizmu resp. REE v období gravidity je tiež FFM (84, 86). Navyše bazálny metabolizmus vyjadrený na kilogram FFM môže byť použitý na určenie na predikciu bazálneho metabolizmu nie len v predkoncepčnom období ale tiež v období tehotenstva (86). Hoci u zdravých negravidných žien súvisí bazálny metabolizmus iba s FFM a zastúpenie tukového tkaniva nemá v tomto smere žiaden vplyv (87), v tehotenstve bol v niektorých štádiách zaznamenaný vzťah bazálneho metabolizmu s FM (87, 88). Tento jav môže vysvetľovať zvýšenie metabolickej aktivity tukového tkaniva počas tehotenstva. Literatúra tiež uvádza súvis nárastu bazálneho metabolizmu počas gravidity s percentuálnym zastúpením tuku ($r=0,75$, $p<0,001$) pred tehotenstvom (82).

Nakoľko uvádzané parametre (WG, FFM, FM) odrážajú nutričný stav, výživa žien (či už pred graviditou alebo počas nej) je dôležitým faktorom vplývajúcim na bazálny metabolizmus. (87). S nutričným príjmom úzko súvisí aj socioekonomický status ženy. Prentice et al. popisuje, že tehotné ženy z rozvojových krajín, zvýšili svoj bazálny metabolizmus v oveľa menšej miere než ženy z vyspelých krajín (Tabuľka 4) (89). Ženy s podváhou žijúce v podmienkach obmedzeného prísunu potravy, náročných na fyzickú prácu, do tehotenstva často vstupujú s malými alebo žiadnymi zásobami tuku matky (90).

U takýchto malnutričných žien bazálny metabolizmus v prvej polovici gravidity poklesne, pričom môže nadobudnúť aj negatívne hodnoty a to hlavne v prvej fáze tehotenstva (Obrázok 10) (91). Jeho hodnota začína narastať až v druhej polovici tehotenstva (92). Energetický výdaj je redukovaný za účelom šetrenia energie potrebnej k rastu a vývoju plodu (90). U podvyživených gambijských žien bolo potlačenie bazálneho metabolizmu popísané, až do 3. trimestra gravidity (93). Vo výsledku bola priemerná hodnota bazálneho metabolizmu v tehotenstve ešte nižšia ako pred tehotenstvom (82).

Protikladom takýchto žien sú ženy s voľným prístupom k bohatej ponuke potravín a sedavým spôsobom života. I napriek dostatočnými tukovým zásobám, s ktorými vstupujú do tehotenstva, sa ich bazálny metabolizmus zvyšuje, aby sa predišlo kumulácii ďalších tukových zásob (76). Bazálny metabolizmus narastá postupne so zvyšujúcim sa stupňom gravidity a na konci tohto obdobia dosahuje hodnoty o 290-580 kcal/deň vyššie v porovnaní s obdobím pred graviditou (75).

Takáto skupina dobre živých žien zahŕňa tiež ženy českej populácie, u ktorých zmena bazálneho metabolizmu počas gravidity bola v minulosti popísaná našou výskumnou skupinou. Výsledky práce zaznamenali pri 14,0 kg WG, nárast REE z 1407 kcal/deň na 1609 kcal/deň. V porovnaní s pre-gravidným REE t.j. 1375 kcal/deň navýšenie ku konečnej fáze tehotenstva predstavuje hodnotu 234 kcal/deň (78).

V období po pôrode sa bazálny metabolizmus významne nelíši od predkoncepčného bazálneho metabolizmu. K jeho výraznej zmene medzi obdobím pred a po tehotenstve nedošlo ani s prihliadnutím na zmenu hmotnosti, BMI, FM či FFM (84).

Tabuľka 4: Kumulatívny nárast bazálneho metabolizmu tehotných žien vo vyspelých a rozvojových krajinách

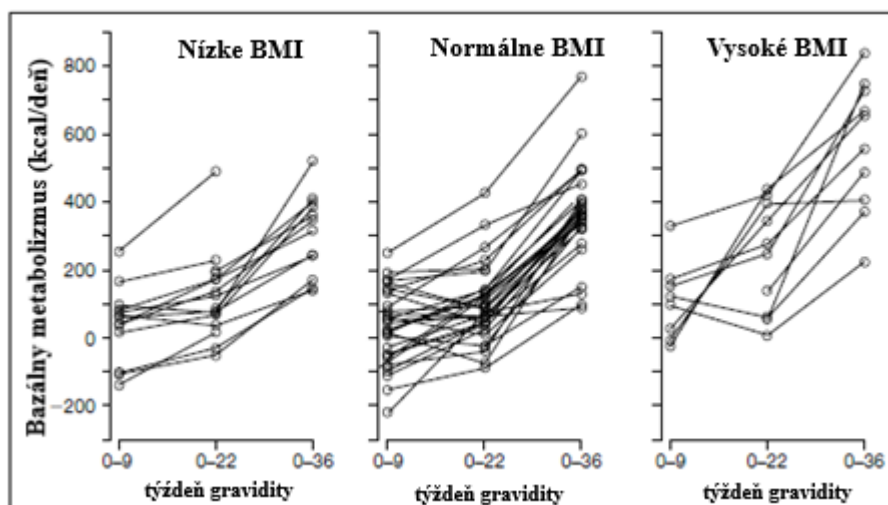
(prevzaté *Butte et al. 2005 (92)* a upravené)

Krajina	n	WG (kg)	Bazálny metabolizmus (kcal/deň)			Celkový nárast bazálneho metabolizmu (kcal)	
			pred tehotenstvom	1. trimester	2. trimester		3. trimester
Vyspelé krajiny							
Škótsko (94)	88	12,4	1434	1506	1554	1745	30 115
Holandsko (95)	57	11,6					34 417
Holandsko (96)	26	13,7	1291	1362	1482	1577	45 172
Holandsko (97)	12	11,6	1386	1506	1554	1721	
Švédsko (98)	22	13,4	1338		1434	1697	50 191
Anglicko (99)	12	13,7	1434	1506	1530	1721	29 637
USA (75)	10	13,2	1315	1291	1530	1697	36 090
Česká republika (78)	31	14,4	1375	1407	1493	1609	
Rozvojové krajiny							
Gambia - (93)	29	9,2					956
Gambia + (93)	21	7,2					- 10 755
Gambia (90)	21	8,7	1 243	1 219	1 267	1 338	6 453
Thajsko (100)	25	9,6					23 901
Filipíny (101)	40	10,3		1 195	1 267	1 386	21 272

Pozn.: n - počet subjektov, WG - prírastok váhy počas tehotenstva

Obrázok 10: Zmeny bazálneho metabolizmu počas tehotenstva u žien s rôznym predkoncepčným indexom telesnej hmotnosti

(prevzaté z *Butte et al. 2005* (83) a upravené)



Pozn. BMI - index telesnej hmotnosti (kg/m^2)

5.2.1.2 Pokojový energetický výdaj v období laktácie

Bazálny metabolizmus resp. REE zahŕňa priebežné energetické potreby na produkciu mlieka a preto je pri procese kontinuálnej syntézy mlieka počas obdobia laktácie očakávané jeho mierne zvýšenie (92, 102). REE okolo 40. týždňa po pôrode predstavoval v priemere $1455,5 \pm 161,6$ kcal/deň (103). U brazílskych žien, v období laktácie, vykazoval medián REE hodnotu 1224,0 kcal/deň (104). Štúdia na holandských ženách popisuje signifikantné zvýšenie REE v období kojenia oproti obdobiu gravidity ($p=0,03$). V porovnaní so ženami negravidnými ide o 4,5 % navýšenie REE (105). Ďalšia štúdia zaznamenala nárast o 71,5 kcal/deň (dva mesiace po pôrode) a o 95 kcal/deň (šesť mesiacov po pôrode) v porovnaní s REE pred graviditou (98). Iná štúdia v období po pôrode naopak popisuje pokles REE zhruba o 200 kcal oproti poslednej fáze gravidity (103). Pri porovnávaní REE kojacich a nekojacich žien neboli zaznamenané jednoznačné výsledky (92). Niektoré štúdie preukázali mierny nárast bazálneho metabolizmu (96, 98, 106) iné pokles (107), no väčšina žien z týchto dvoch skupín vykazovala podobné hodnoty bazálneho metabolizmu (92, 108).

5.2.1.3 Stanovenie pokojového energetického výdaja

Zlatým štandardom pre stanovenie REE je metóda indirektnej kalorimetrie (IC) (viď kapitola 5.2.2). K určení REE využíva Weirovu rovnicu (rovnicu č. 12), ktorá pracuje s množstvom vdychovaného kyslíka (VO_2) a vydychovaného oxidu uhličitého (VCO_2), ktorých hodnoty sú získané počas metabolického vyšetrenia. K výpočtu využíva aj hodnotu odpadu dusíka vylúčeného v močom (UN) (viď kapitola 6.2.3).

$$REE = (VO_2 \times 3,94) + (VCO_2 \times 1,11) - (UN \times 2,17) \quad (12)$$

Pozn. REE - pokojový energetický výdaj (kcal/deň), VO_2 - množstvo vdychovaného kyslíka (l/min), VCO_2 - množstvo vydychovaného oxidu uhličitého (l/min), UN - množstvo dusíka vylúčeného močom (g/deň)

Aj keď má uvedená metóda vysoký klinický profil jej rozšírenie mimo oblasť kritických ochorení často stagnuje a preto sa namiesto priameho merania metódou IC v praxi na výpočet REE používajú predikčné rovnice (109). Existuje množstvo multiparametrických predikčných rovníc (110). Sú určené pre zdravú, dospelú populáciu a ich podstata je založená na ľahko merateľných parametroch, ako je napr. hmotnosť, výška, pohlavie, vek a tiež etnická príslušnosť (Tabuľka 5) (91).

Tabuľka 5: Predikčné rovnice pokojového metabolizmu pre dospelých jedincov

(prevzaté z *EFSA Journal 2013* (111) a upravené)

AUTORI	PREDIKČNÉ ROVNICE
Schofield et al. (r. 1985)	ženy 18-30 rokov: $0,057 \times wt + 1,184 \times ht (m) + 0,41$ ženy 30-60 rokov: $0,034 \times wt + 0,006 \times ht (m) + 3,53$
FAO (r. 1985)	ženy 18-30 rokov: $0,0556 \times wt + 1,3974 \times ht (m) + 0,146$ ženy 30-60 rokov: $0,0364 \times wt - 0,1046 \times ht (m) + 3,619$
Owen et al (r. 1987)	$wt \times 7,18 + 795$
Mifflin et al (r. 1990)	$9,99 \times wt + 6,25 \times ht (m) - 4,92 \times a + 166 \times pohlavie - 161$
De Lorenzo et al. (r. 2001)	$46,322 \times wt + 15,744 \times ht (cm) - 16,66 \times a + 944$
Müller et al. (r. 2004)	BMI > 18,5 - 25: $0,0455 \times FFM + 0,0278 \times FM + 0,879 \times P - 0,01291 \times a + 3,634$ BMI >25 do <30: $0,03776 \times FFM + 0,03013 \times FM + 0,93 \times P - 0,01196 \times a + 3,928$ BMI \geq 30: $0,05685 \times FFM + 0,04022 \times FM + 0,808 \times P - 0,01402 \times a + 2,818$
Vander Weg et al. (r. 2004)	$616,93 - 14,9 \times a + 35,12 \times wt + 19,83 \times ht (cm) - 271,88 \times E$
Henry (r. 2005)	ženy 18- 30 rokov: $0,0433 \times wt + 2,57 \times ht (m) - 1,18$ ženy 30–60 rokov: $0,0342 \times wt + 2,10 \times ht (m) - 0,0486$

Pozn. : ht - výška, wt -váha (kg), a - vek, E - etnická príslušnosť, P - pohlavie

Najstaršou a zároveň v súčasnosti najčastejšie používanou predikčnou rovnicou na stanovenie REE je tzv. Harris-Benediktova rovnica (r.1919). Je vytvorená v dvoch formách, podľa pohlavia jedinca a pre ženské pohlavie má tvar (rovnica č.13) (112):

$$REE_{HB} = 655,096 + 1,850 (ht) + 9,563 (wt) - 4,676 (age) \quad (13)$$

Pozn. : ht - výška (cm), wt -váha (cm), age - vek

HB rovnica bola v minulosti, našou výskumnou skupinou, použitá k odvodeniu novej predikčnej rovnice pre gravidné ženy (rovnica č.14) (78).

$$P REE = 346,439 + 13,963 \times w + 2,700 \times h - 6,826 \times a \quad (14)$$

Pozn.: w - váha (kg), h - výška (cm), a - vek

5.2.2 Indirektná kalorimetria

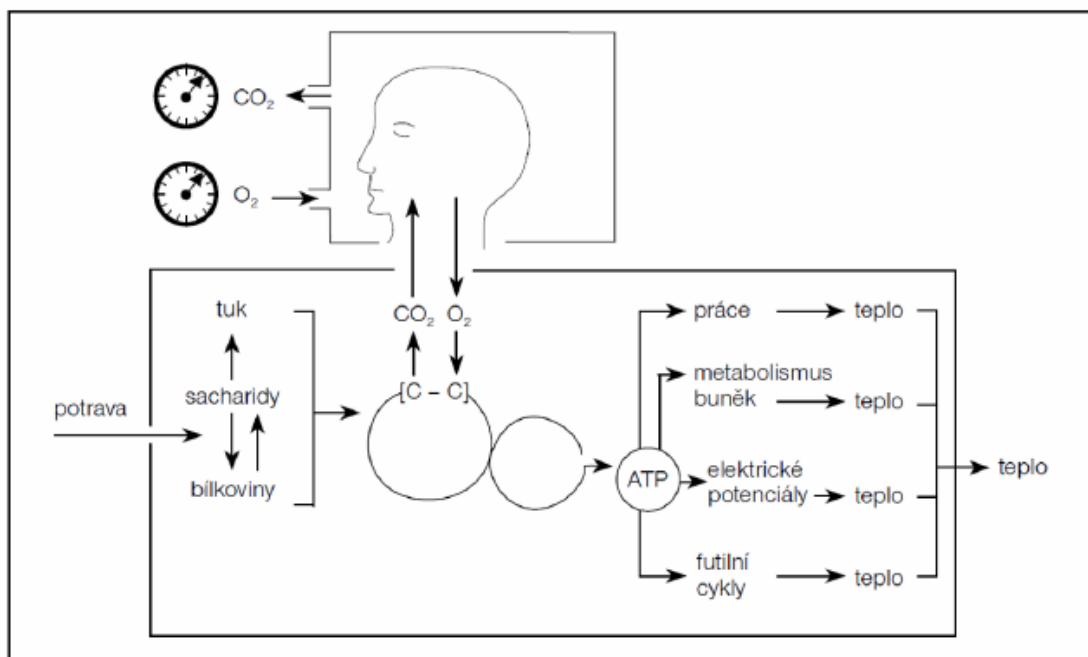
Správne pochopenie metabolizmu a presné stanovenie energetického výdaja je častokrát až životne dôležité, no i napriek tomu sa metabolické vyšetrenia v dnešnej dobe zanedbávajú (113). Zlatým štandardom pre takéhoto stanovenia je IC. IC poskytuje veľmi citlivé, presné (iba 3 % odchýlka opakovaných meraní) (81) a neinvazívne meranie energetického výdaja. Táto metóda má svoje opodstatnenie aj v období gravidity. K vyšetreniu tehotných žien bola použitá aj našou výskumnou skupinou (78, 86, 114). Mimo hodnotenia výživových potrieb, IC pomáha objasniť aspekty premeny makronutrientov, termogenézy, výdaja energie počas odpočinku a svalovej aktivity či patogenézu metabolických ochorení (napr. obezita, diabetes mellitus) (115). I napriek širokej škále je využitie IC podceňované. Dôvodom môžu byť nedostatočné skúsenosti zdravotníkov, či nedostatočná vybavenosť spojená s vysokou cenou (116). Efektívne využite nákladov na novšie technológie spolu s kvalitnou a správnu interpretáciou výsledkov meraní však majú napomôcť k zvýšeniu používania tejto metódy (113).

5.2.2.1 Princíp metódy

Energia pre správne fungovanie jedinca pochádza z chemickej energie, ktorá sa uvoľňuje z výživných látok oxidáciou potravinových substrátov. V prítomnosti kyslíka je konečným produktom premeny živín (sacharidov, proteínov, lipidov) oxid uhličitý, voda a teplo (77). Teplo generované biologickým spaľovaním sa používa na udržanie telesnej teploty (117). Časť produkovanej energie je zahrnutá pri produkcii tepla a zvyšná energia (zabudovaná vo forme adenozintrifosfátu - ATP) je využitá k chemickej (biosyntéza), osmotickej (aktívny transport) a mechanickej (svalová kontrakcia) práci (Obrázok 11) (113).

Obrázok 11: Schematické zobrazenie princípu nepriamej kalorimetrie

(prevzaté zo Zadák 2002 (118))



Základný princíp IC spočíva v meraní množstva inšpirovaného kyslíka a exspirovaného oxidu uhličitého (72). Metóda funguje na podklade tzv. „otvoreného systému“, kedy subjekt vdychuje vzduch z okolitého prostredia spontánne (za využitia kanopy alebo fixovanej dychovej masky) alebo za využitia mechanickej ventilácie (119, 120). Následne prístroj stanovuje koncentráciu plynov na základe analýzy zloženia vzduchu pred jeho vdýchnutím a po výdychu (120). Existujú rôzne systémy pre

zber hodnotených plynov. Z hľadiska zamerania tejto práce bol využívaný dilučný systém, ktorý je najvhodnejší pre meranie pri spontánnom dýchaní (119).

5.2.2.2 Limity metódy indirektnej kalorimetrie

Metóda IC má aj svoje obmedzenia. Faktory spôsobujúce nestabilitu napr. agitovanosť, horúčka, aplikácia analgetík, sedatív či vazoaktívne úpravy počas IC skresľujú hodnoty skutočného REE (120). K nepresnému meraniu môže dôjsť i pri poškodení techniky merania plynov. Nameraný VO_2 je menej presný pri vysokej frakcii kyslíka vdýchnutého vzduchu ($FiO_2 > 60\%$) čo je pozorované pri akútnom respiračnom zlyhávaní, kedy sú vyžadované vysoké koncentrácie kyslíka (116). Nepresné výsledky sú obdržané i pri nechcenom úniku meraných plynov a taktiež pri nesprávnej validácii a kalibrácii prístroja (77). Uvedené limity sa uplatňujú skôr u mechanicky ventilovaných, kriticky chorých pacientov no ani u spontánne dýchajúcich subjektov (akými boli aj ženy našej štúdie) nie každý musí byť vhodný kandidát na IC. Limitou môže byť osoba trpiaca klaustrofóbiu, nevoľnosťou, zvracaním alebo netolerujúca postupy pri meraní IC (72).

5.3 Zmeny nutričných požiadaviek u tehotných a kojacich žien

5.3.1 Zmeny energetického príjmu

Optimálny nutričný príjem je základným kameňom prenatálnej starostlivosti o všetky ženy počas tehotenstva (121). Strava v období gravidity musí poskytovať dostatok energie a výživných látok na splnenie obvyklých požiadaviek matky, potrieb rastúceho plodu a tiež umožniť matke uložiť zásoby živín pre následné obdobie laktácie. V súvislosti s vývojom nového života a formovaním nových fetomaternálnych štruktúr je potrebné nutričný príjem energeticky navýšiť (86). Celkové navýšenie energetickej potreby pre obdobie tehotenstva je odhadované na 80 000 kcal (121). Na inom mieste experimentálne dáta uvádzajú hodnotu 77 000 kcal (91). Navýšenie výživového príjmu pre gravidne ženy neuvádza jednotné hodnoty, nakoľko nutričné požiadavky a stravovacie návyky sa v závislosti od sociodemografických faktorov či faktorov životného štýlu v jednotlivých krajinách sveta líšia. Svoju úlohu tiež zohráva vek ženy, jej BMI a s tým spojený WG v tehotenstve ako aj úroveň fyzickej aktivity v tomto období

(PAL) (121). Odporúčané energetické navýšenia, pre obdobie gravidity, prezentované jednotlivými výživovými autoritami uvádza Tabuľka 6 (111).

V období laktácie je primeraný prísun energie a živín taktiež veľmi dôležitý, nakoľko v popôrodnom období sú ženy obzvlášť citlivé na výskyt potravinových deficitov (122). Počas kojenia sú energetické požiadavky spojené s mierou produkcie mlieka, jeho energetickou hodnotou a energiou mobilizovanou z tkanív (92). Do 6. mesiaca laktácie literatúra odporúča navýšiť energetické požiadavky ženy o 500 kcal/deň. V neskoršom období, aj napriek pretrvávajúcemu procesu dojčenia, odporúčenia nie sú stanovené (111).

Tabuľka 6: Prehľad výživových referenčných hodnôt energetického navýšenia v období tehotenstva

(prevzaté z *EFSA 2013* (111) a upravené)

TEHOTENSTVO			
	1. trimester	2. trimester	3. trimester
SCF (1993)	+180 kcal/deň od 10. týždňa gravidity pre ženy s optimálnym BMI		
Health Council of the Netherlands (2001)	+290 kcal/deň počas celého obdobia gravidity		
NNR (2004)	0 kcal/deň resp. zanedbateľná hodnota	+350 kcal/deň	+500 kcal/deň
FAO/ WHO/UNU (2004)	+ 85 kcal/deň	+ 285 kcal/deň	+ 475 kcal/deň
IoM (2005)	0 kcal/deň	+340 kcal/deň	+ 452 kcal/deň
SACN (2011)	/	/	+ 191 kcal/deň
D-A-CH (2012)	+290 kcal/deň počas celého obdobia gravidity		

Odporúčania pre české tehotné ženy čerpajú z D-A-CH referenčných hodnôt (Tabuľka 6), ktoré určujú zvýšiť príjem energie o 71 000 kcal pre celé obdobie tehotenstva, čo pokrýva rovnomerné navýšenie o 255 kcal/deň v každom trimestri. Pri tomto dennom navýšení má tehotná žena, vekovej kategórie 25-50 rokov (vekové

rozmedzie pokrýva subjekty v našej experimentálnej časti) a priemernej fyzickej aktivity (PAL 1,6), energetický príjem navýšený z počiatočnej predkoncepčnej hodnoty 2155 kcal/deň (potrebnej na základnú látkovú premenu) na hodnotu zhruba 2355 kcal/deň. V období laktácie by česká žena (25-50 rokov, PAL 1,6) mala navýšiť svoj energetický príjem nasledovne: do konca 4. mesiaca o 635 kcal/deň, pri plnom kojení po 4. mesiaci o 525 kcal/deň a pri čiastočnom kojení o 285 kcal/deň (123).

5.3.2 Zmeny príjmu nutričov

Nie len príjem kalórii no tiež kvalita výživy (t.j. bohaté zastúpenie makro a mikronutrientov v strave) je počas tehotenstva a laktácie dôležitá (124, 125).

Príjem sacharidov (CI) predstavuje primárny zdroj energie v tehotenstve. V porovnaní s ostatnými makronutrientami pokrývajú najväčšiu časť celkového nutričného príjmu t.j. 45-60 % (125, 126). Požiadavky na škrob, cukor a neškrobové polysacharidy (vláknina) počas tehotenstva nie sú zvýšené. Pri problémoch spojených so zníženou motilitou gastrointestinálneho traktu, ktoré sú bežným javom celého tehotenstva, je však prospešné spolu so zvýšenou hydratáciou organizmu navýšiť príjem vlákniny na 12 g/deň-24 g/deň (73).

Obdobie tehotenstva nevyžaduje špeciálne navýšenia ani v oblasti príjmu lipidov (FI) (73). Ich príjem má tvoriť 20 % až 35 % celkového energetického príjmu (EI), podobne ako v období pred koncepciou (121). Počas tehotenstva je dôležitejšia skôr kvalita lipidov ako ich celkové množstvo (127). Z tohto dôvodu je treba pozornosť venovať hlavne príjmu polynenasýtených mastných kyselín, ktoré sú nevyhnutné pre rast plodu ako aj vývoj mozgu či nervového systému. V období kojenja literatúra popisuje, že obsah polynenasýtených lipidov v mlieku súvisí skôr s periódami kojenja, časovým obdobím laktácie a početnosťou tehotenstva než so samotným nutričným príjmom či životným štýlom matky v tomto období (128). Nakoľko uvoľnenie tukových zásob matky v období kojenja odráža dlhodobý výživový príjem, nie je potrebné počas laktácie FI meniť (129).

V období gravidity a dojčenia je veľká pozornosť sústredená na príjem proteínov (PI). Zvýšený dopyt po bielkovinách sa objavuje v súvislosti so syntézou tkanív v procese vývoja plodu hlavne v poslednej fáze tehotenstva (127). Dlhodobé štúdie gravidných žien vo vyspelých krajinách (napr. vo Veľkej Británii, USA) navrhujú počas tehotenstva pri

priemernom WG 12 kg navýšenie PI v rozmedzí 497-696 g (91). PI má byť zvýšený o 6 g/deň aby bol dosiahnutý celkový príjem 51 g/deň (73). Medzinárodné odporúčenia navrhujú zvýšiť PI o 1 g/deň v prvom trimestri, o 8 g/deň v druhom trimestri a o 26 g/deň v treťom trimestri gravidity. V období kojenia by sa mal obvyklý PI zvýšiť o 21 g/deň v prvých troch mesiacoch, v neskoršom období, ak materské mlieko stále predstavuje podstatnú časť výživy novorodenca, má navýšenie predstavovať 14 g/deň (127).

V porovnaní s uvedenými makroživinami sa v období gravidity a kojenia požiadavky na mikroživiny zvyšujú vo väčšej miere. Nedostatočný príjem mikronutrientov (a teda i nízka nutričná kvalita stravy) môže mať značne nepriaznivé následky pre matku, vyvíjajúci sa plod a jeho zdravie v budúcom živote (130). V nasledujúcej časti boli vybrané mikronutrienty, ktorých príjmu je potrebné v období tehotenstva či laktácie venovať zvýšenú pozornosť (127).

Vápnik je dôležitým minerálom v procese vývoja plodu. V období tehotenstva sa jeho potreba zvyšuje. Približne od 2.trimestra do konca gravidity sa požiadavky príjmu vápnika navyšujú z 50 mg/deň na 330 mg/deň. Primeraný príjem vápnika znižuje riziko predčasného pôrodu a prispieva k lepšej kontrole krvného tlaku. Bolo zaznamenané, že nízkodávková suplementácia vápnikom, počas tehotenstva, znižuje riziko vzniku gestačnej hypertenzie a preeklampsie (131). V období laktácie je obsah vápnika v mlieku pomerne variabilný (150 mg/deň-300 mg/deň). Niektoré štúdie preukázali, že vylučovanie vápnika v mlieku je v podstate nezávislé od jeho príjmu v potrave a či od dopĺňania suplementami. Preto sa odporúčaný príjem počas laktácie nelíši od populácie zdravých, dospelých, negravidných a nekojácich žien (1000 mg/deň). Avšak ženy, ktorých príjem vápnika v strave je nižší ako 300 mg/deň a adolescenti, s vysokými bazálnymi požiadavkami (1200 mg/deň podľa doporučených denných dávok) sú vystavené riziku nedostatku počas laktácie (127).

Vitamín D je tiež dôležitým výživovým prvkom. Zlepšuje absorpciu a využitie vápniku potrebného na kalcifikáciu kostry vyvíjajúceho sa plodu, najmä v neskorších štádiách tehotenstva (73). Jeho deficit je v období gravidity spájaný s vyšším rizikom vzniku preeklampsie a gestačného diabetu mellitu (132). Podľa nedávneho systematického prehľadu suplementácia vitamínu D počas tehotenstva znižuje riziko preeklampsie ako aj predčasného pôrodu a nízkej pôrodnosti (127). I napriek odlišnosti dennej potreby tohto vitamínu v jednotlivých krajinách (Tabuľka 7), odporúča sa tehotné a dojčiacie ženy suplementovať vitamínom D v dávke 200-600 IU/deň (5-15 µg/deň)

(133). U žien so zvýšením rizikom nedostatku tohto vitamínu sa dávka zvyšuje na 1 000-2 000 IU/deň v období tehotenstva ako aj počas celého obdobia laktácie (127).

Tabuľka 7: Odporúčané denné príjmy vitamínu D niektorých európskych krajinách

(prevzaté zo *Spiro et al. 2014* (134) a upravené)

	Dospelí	Tehotenstvo	Laktácia
	(µg/deň)		
Rakúsko	20	20	20
Belgicko	10-15	20	20
Francúzsko	5	10	10
Nemecko	20	20	20
Írsko	0-10	10	10
Taliansko	15	15	15
Španielsko	15	15	15
Švédsko	20	20	20
Turecko	10	/	/
Holandsko	10	10	10
krajiny Škandinávie	10	10	10
Veľká Británia	/	10	10

Počas tehotenstva, je nevyhnutný aj optimálny príjem jódu, ktorý sa okrem iného podieľa aj na produkcii hormónov štítnej žľazy plodu (začína fungovať okolo 12. týždňa tehotenstva). Pre pokrytie potrieb jódu je v období gravidity potrebné jeho príjem navýšiť zhruba o 50 % (135, 136). Jeho deficit môže zvyšovať riziko spontánneho potratu, prenatálnej úmrtnosti, vrodené chyby a neurologické poruchy (137). Aj mierny deficit jódu má u plodu či novorodenca (najmä predčasne narodeného) oveľa vyššie riziko vzniku hypotyreózy v porovnaní so všetkými ostatnými vekovými skupinami. Svetová zdravotnícka organizácia považuje nedostatok jódu za najdôležitejšiu príčinu poškodenia mozgu, ktorému je možné predchádzať. Adekvátna suplementácia jódom, od počatia až do konca prvého trimester tehotenstva, znižuje výskyt kretenizmu o 73 %. Odhadované

množstvo, ktoré by zabránilo deficitu jódu je 200 µg/deň (v porovnaní so 150 µg/deň pre dospelých). 200 µg denný príjem jódu počas obdobia laktácie zabezpečí 100-150 µg jódu v 100 ml materského mlieka (127).

Potreba železa sa v tehotenstve navyšuje paralelne s jeho kumuláciou vo fetálnych tkanivách. Medzinárodné odporúčania týkajúce sa príjmu železa odporúčajú dávku 27 mg/deň (127). Jeho nedostatočný príjem môže vplývať na rast a vývoj plodu a zvýšiť riziko predčasného pôrodu, nízkej pôrodnej hmotnosti a popôrodného krvácania (138, 139). Podľa nedávnych štúdií neadekvátny príjem železa súvisí so zvýšeným kardiovaskulárnym rizikom potomkov v dospelosti (140). Na druhej strane, nadmerne vysoký príjem železa môže prispieť k zvýšenému oxidačnému stresu, narušeniu metabolizmu glukózy či gestačnej hypertenzii (141).

Kyselina listová zohráva dôležitú úlohu už v predkoncepčnom období, kedy dochádza k vývoju buniek a tkanív plodu (142). Suplementácia by mala ideálne začať dva mesiace pred počatím a mala by zodpovedať dávke 800 µg/deň. V období gravidity zvýšená potreba predstavuje 600 µg/deň čo je navýšenie o 200 µg/deň v porovnaní s netehotnými ženami v plodnom veku (143). Suplementácia kyselinou listovou sa všeobecne odporúča všetkým ženám v plodnom veku na zníženie rizika porúch neurálnej trubice (144, 145). Podľa posledných štúdií doplnenie kyseliny listovej počas tehotenstva by tiež malo znížiť riziko vrodených srdcových chorôb a správne podporovať vývoj placenty (146).

Nakoľko sú výživové požiadavky počas tehotenstva a v období kojenia pre každú ženu špecifické, je ťažké dosiahnuť všeobecné odporúčania nutričných potrieb, ktoré by mali univerzálne použitie (73). Odporúčenia zložiek nutričného príjmu pre ženy českej populácie uvádza Tabuľka 8. Pre podporenie individualizácie nutričného príjmu pre české tehotné ženy boli vytvorené nasledujúce predikčné rovnice (rovnice č.15 až č.18) (147):

Pre celkový energetický príjem (EI (g/kg)):

$$EI/kg = -0,41 \times W + 0,2431 \times H + 19,574 \quad (15)$$

Pre výživový príjem bielkovín (PI (g/kg)):

$$PROT/kg = -0,0146 \times W + 0,0087 \times H + 0,6964 \quad (16)$$

Pre výživový príjem lipidov (FI (g/kg)):

$$\text{LIP/kg} = -0,0143 \times W + 0,0085 \times H + 0,688 \quad (17)$$

Pre výživový príjem sacharidov (CI (g/kg)):

$$\text{CARB/kg} = -0,054 \times W + 0,032 \times H + 2,5256 \quad (18)$$

Uvedené rovnice boli použité pri hodnotení výživového príjmu českých žien v období gravidity, ktorým sa zaoberali členovia našej výskumnej skupiny pred zhruba 10 rokmi. Rovnakým spôsobom, aký bol využitý v našej štúdií, analyzovali a hodnotili nutričný príjem tehotných žien. Výsledky tejto štúdie popisujú deficit v príjme železa, jódu, zinku, vitamínu D, kyseliny listovej a vlákniny (114). Súčasný stav nutrice českých tehotných a kojacich žien je súčasťou našej experimentálnej práce (viď. kapitola 6.3.4).

Tabuľka 8: Doporučené denné dávky nutričov pre české ženy

(prevzaté zo *Stránska et al. (123)*)

	DOSPELÁ ŽENA ^a	TEHOTENSTVO	LAKTÁCIA
EI (kcal)	2100,0	2355,0	do 4 mesiacov: 2735,0 plné kojenie ^b : 2625,0 častočné kojenie ^c : 2385,0
Proteíny (g)	47,0	58,0	63,0
Lipidy (g)	30 % EI	30-35 % EI (od 4. mesiaca)	30-35 % EI
Sacharidy (g)	>50% EI	>50% EI	>50% EI
Vláknina (g)	30,0	30,0	30,0
Voda (ml)	2600,0	2700,0	3100,0
Sodík (mg)	550,0	618,8	687,5
Draslík (mg)	2000,0	2000,0	2000,0
Vápnik (mg)	1000,0	1000,0	1000,0
Horčík (mg)	300,0	310,0	390,0
Fosfor (mg)	700,0	800,0	900,0
Železo (mg)	15,0	30,0	20,0
Zinok (mg)	7,0	10,0 (od 4. mesiaca)	11,0
Meď (mg)	1,0-1,5	1,0-1,5	1,0-1,6
Selén (µg)	30,0-70,0	30,0-70,0	30,0-70,0
Fluoridy (mg)	3,1	3,1	3,1
Jód (µg)	200,0	230,0	260,0
Vitamín A - retinol (µg)	800,0	1100,0 (od 4. mesiaca)	1500,0
Vitamín D – cholekalciferol (µg)	5,0	5,0	5,0
Vitamín E - tokoferol (mg)	12,0	13,0	17,0
Vitamín B₁ – tiamín (mg)	1,0	1,2 (od 4. mesiaca)	1,4
Vitamín B₂ - riboflavín (mg)	1,2	1,5 (od 4. mesiaca)	1,6
Vitamín B₃ - niacín (mg)	13,0	15,0	17,0
Vitamín B₆ - pyridoxín (mg)	1,2	1,9 (od 4. mesiaca)	1,9
Vitamín B₉ - kyselina listová (µg)	400,0	600,0 (od 4. mesiaca)	600,0
Vitamín B₁₂ - kyanokobalamín (µg)	3,0	3,5	4,0
Vitamín C - kyselina askorbová (mg)	100,0	110,0 (od 4. mesiaca)	150,0

Pozn.: EI – celkový energetický príjem

^apotreba nutričného príjmu u zdravých dospelých 25-50 ročných žien - pre telesnú aktivitu PAL 1,6 (PAL= physical activity level tzn. sedavá činnosť s občasnou ľahkou činnosťou v stojí alebo chôdzi)

^bplné kojenie: po 4. mesiaci kojenia

^cčastočné kojenie: po 4. mesiaci kojenia

6. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

6.1 Design štúdie

V období rokov 2017-2020 bola realizovaná monocentrická, longitudinálna štúdia s českými tehotnými a kojacimi ženami. Ženy boli do štúdie prijaté ako dobrovoľníčky z predpôrodných kurzov pre tehotné ženy, organizovaných pod záštitou Fakultnej nemocnice v Hradci Králové (FNHK). Do štúdie boli zaradené iba zdravé ženy, prvorodičky, s fyziologicky prebiehajúcim tehotenstvom, bez chronickej medikácie. Kritéria prijatia ďalej zahŕňali normálnu dennú fyzickú aktivitu (PAL 1-6) (123), abstinenciu fajčenia a užívania návykových látok. Vyšetrenia subjektov boli, vo väčšine prípadov, uskutočnené 3-krát v období tehotenstva a to v druhom trimestri gravidity (17.-27.týždeň gravidity), skoršej fáze tretieho trimestra (28.-35. týždeň gravidity) a krátko pred pôrodom (36.-38. týždeň gravidity). Ďalšie vyšetrenia prebiehali v deň pôrodu na pôrodnej sále Pôrodnícko-gynekologickej kliniky FNHK, 24 hodín po pôrode a následne v období laktácie (3 týždne, 3 mesiace, 6 mesiacov a 9 mesiacov po pôrode).

Štúdia bola uskutočnená so súhlasom Etickej komisie Fakultnej nemocnice v Hradci Králové. Pred vstupom do štúdie boli ženy detailne oboznámené s priebehom štúdie a jej významom. Následne všetky ženy, opakovane pred každým vyšetrením, podpísali informovaný súhlas v súlade s usmerneniami Helsinskej deklarácie.

6.2 Metodika štúdie

6.2.1 Antropometrické vyšetrenia

Výška žien bola zisťovaná, pri prvom vyšetrení, použitím stadiometra (Mechanical Column Scale M20313) s presnosťou na 0,5 cm. Telesná hmotnosť, s presnosťou na 0,05 kg, bola meraná pomocou kalibrovannej elektronickej váhy (Tanita Corporation Japan) vo všetkých sledovaných obdobiach, pri každom vyšetrení. Tieto antropometrické parametre boli získané podľa zavedeného protokolu. Ženy boli vážené ráno, nalačno, v spodnom prádle, na boso. Výška bola meraná v vzpriamenej pozícii, v stojí, bez obuvi. Päty a špičky sa dotýkali, hlava, ramena a boky boli v jednej rovine, kolmo k vertikálnej stene stadiometra. Výška bola zo stupnice odčítaná v najvyššom bode

temena hlavy. Zo získaných hodnôt (výšky a váhy) bol vypočítaný BMI (kg/m^2) podľa vzťahu (rovnica č.19) (148):

$$\text{BMI} = \text{váha}_{(\text{kg})} / \text{výška}_{(\text{m}^2)} \quad (19)$$

Pozn.: BMI – index telesnej hmotnosti (kg/m^2)

Hmotnosť žien pred tehotenstvom bola získaná na základe osobných výpovedí žien pri prvom vyšetrení. Rozdielom aktuálnej váhy (kg) (hmotnosť odvážená počas vyšetrenia v sledovanom období) a ppW bol zistený nárast váhy (kg) do obdobia, kedy meranie prebiehalo (rovnica č.20).

$$\text{nárast váhy} = \text{váha} - \text{ppW} \quad (20)$$

Pozn.: ppW - pre-gravidná váha (kg)

6.2.2 Bioimpedančná spektroskopia

Stanovenie telesného zloženia žien bolo prevedené, pri každom vyšetrení, využitím metódy bioimpedančnej spektroskopie. Sledované boli zmeny zavodnenia organizmu (množstvo TBW, ECW, ICW), zastúpenie hmoty tukového tkaniva (ATM), ktorá pozostáva z tuku, príslušného zastúpenia vody, proteínov a minerálnych látok a beztukovej hmoty (FFM), ktorá zahŕňa netučnú hmotu (LTM) spolu s prípadne zadržanou vodou a bola vypočítaná ako rozdiel celkovej telesnej hmotnosti a ATM.

6.2.2.1 Postup merania

Bioimpedančné meranie bolo prevedené za využitia prístroja Body Composition monitor; BCM Fresenius Medical Care, Nemecko) (Obrázok 12). Pred samotným meraním sme prístroj nastavili, pripravili na meranie. Do prístroja bola vložená karta (na ktorú boli zaznamenané výsledky merania) a zadané informácie o meranej osobe (pohlavie, výška, váha a vek).

Po nastavení prístroja sme osobu uložili do vodorovnej polohy, ležmo na chrbát, tak aby nohy boli mierne rozkročené a nedotýkali sa stehnami. Ruky boli uložené voľne, popri tele, pričom sme opäť dbali aby sa nedotýkali trupu, ani v mieste paže (v prípade potreby bola medzi stehná a do oblasti podpažia vložená látka). Za pomoci gázového

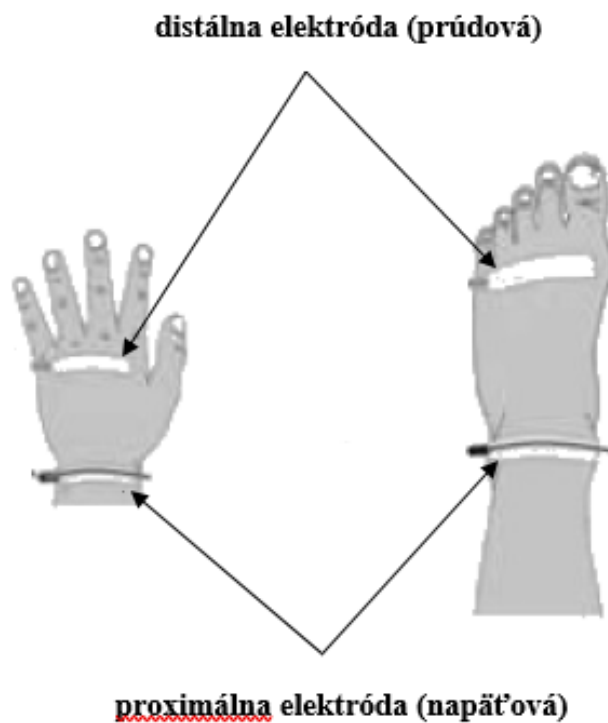
štvorca sme liehobenzínom odmastili pokožku na miestach, kde sme následne lepili štyri adhézne povrchové elektródy. Elektródy boli umiestnené na hornú a dolnú končatinu, v oboch prípadoch na rovnakú stranu tela. Na hornú končatinu bola proximálna (napäťová) elektróda nalepená v mieste ohybu zápästia a distálna (prúdová) minimálne o 2 cm nižšie na dorzálnu časť metacarpu. Podobným spôsobom sme postupovali aj pri dolnej končatine, kde napäťová elektróda bola nalepená v oblasti ohybu chodidla a prúdová elektróda, opäť v rovnakej vzdialenosti ako na ruke, na dorzálnu stranu metatarzu (Obrázok 13). Po nalepení elektród sme skontrolovali správne priľnutie hydrogélu k pokožke, k elektródam boli pripojené svorky vodičov a spustili sme meranie.

Obrázok 12: Body Composition monitor (Fresenius Medical Care, Nemecko)



Obrázok 13: Správne umiestnenie elektród

(prevzaté z Lopot 2016 (149) a upravené)



6.2.3 Indirektná kalorimetria

Metóda indirektnej kalorimetrie (Vmax Series, V6200 Autobox, SensorMedics Corporation, San Anselmo, California, USA) bola využívaná na stanovenie REE a oxidáciu základných nutričných substrátov (lipidy, sacharidy, proteíny). Merania boli realizované u všetkých žien, pri každom vyšetrení (postup merania vid' nižšie kapitola 6.2.3.1). Počas meraní bola sledovaná potreba VO_2 a množstvo VCO_2 .

Od žien boli odoberané aj vzorky moču, zberaného počas 24 hod pred každým kalorimetrickým vyšetrením. Z obdržaných vzoriek bolo následne v laboratóriu FNHK stanovené množstvo urey (U_M mmol/d). Hodnota U_M bola ďalej využitá k výpočtu UN (rovnica č.21). Súčet UN s množstvom dusíka vylúčeného kožou a stolicou (NN), na ktorého vyčíslenie je potrebná znalosť hmotnosti subjektu (rovnica č.22), poskytol hodnotu celkového množstva vylúčeného dusíka (NE) (rovnica č. 23).

$$UN = U_M \times 0,0336 \quad (21)$$

$$NN = 0,03 \times m \quad (22)$$

$$NE = NN + UN \quad (23)$$

Pozn.: UN - množstva dusíka vylúčeného močom (g/deň), U_M - množstvo urey (mmol/d), NN - množstva dusíka vylúčeného kožou a stolicou (g/deň), m - hmotnosť (kg), NE - celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

Zo získaných dát (VO_2 , VCO_2 a NE) boli pomocou softwaru prístroja (Vmax Series) vypočítané hodnoty REE a využítie nutričných substrátov (lipidov, sacharidov, proteínov) ako aj respiračného kvocientu (RQ) a nebielkovinového respiračného kvocientu (NRQ), ktorých hodnoty boli získané nasledovne (rovnica č. 24 a č. 25) (118).

$$RQ = \frac{VCO_2}{VO_2} \quad (24)$$

$$NRQ = \frac{VCO_2 \times 1444 - 4,8 \times NE}{VO_2 \times 1444 - 5,9 \times NE} \quad (25)$$

Pozn.: RQ - respiračný kvocient, NRQ - nebielkovinový respiračný kvocient, VCO_2 - množstvo vydychovaného oxidu uhličitého (l/min), VO_2 - množstvo vdychovaného kyslíka (l/min), NE- celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

Podľa hodnoty NRQ bol REE stanovený na základe vzťahov (rovnica č.26 až č.28) (118).

Ak je $NRQ < 0,706$:

$$REE = ((4360 \times VO_2) + (450 \times VCO_2)) \times 1,44 - 1,57 \times NE \quad (26)$$

Ak je $NRQ < 1,0$:

$$REE = ((3940 \times VO_2) + (1106 \times VCO_2)) \times 1,44 - 2,17 \times NE \quad (27)$$

Ak je $NRQ > 1,0$:

$$REE = ((3818 \times VO_2) + (1223 \times VCO_2)) \times 1,44 - 1,994 \times NE \quad (28)$$

Pozn.: REE - pokojový energetický výdaj (kcal/deň), VCO_2 - množstvo vydychovaného oxidu uhličitého (l/min), VO_2 - množstvo vdychovaného kyslíka (l/min), NE - celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

Oxidácie jednotlivých makronutrientov boli na základe NRQ, vyčíslené podľa nasledujúcich rovníc (rovnica č.29 až č.39) (118):

SACHARIDY (CHO)

a, podiel sacharidov (g/deň) :

Ak je $NRQ < 0,706$:

$$CHO = -3,590 \times VCO_2 \times 1440 + 2,540 \times VO_2 \times 1440 + 2,050 \times NE \quad (29)$$

Ak je $NRQ < 1,0$:

$$CHO = 4,115 \times VCO_2 \times 1440 - 2,909 \times VO_2 \times 1440 - 2,539 \times NE \quad (30)$$

Ak je $NRQ > 1,0$:

$$CHO = -0,187 \times VCO_2 \times 1440 + 1,393 \times VO_2 \times 1440 - 6,892 \times NE \quad (31)$$

Pozn.: CHO - sacharidy (g/deň), VCO_2 - množstvo vydychovaného oxidu uhličitého (l/min), VO_2 - množstvo vdychovaného kyslíka (l/min), NE - celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

b, podiel sacharidov (kcal/deň):

Ak je NRQ < 0,706:

$$\text{CHO}_K = \text{CHO} \times 1,72 \quad (32)$$

Ak je NRQ > 0,706:

$$\text{CHO}_K = \text{CHO} \times 4,18 \quad (33)$$

Pozn.: CHO_K- sacharidy (kcal/deň), CHO- sacharidy (g/deň)

LIPIDY (FAT)

a, podiel lipidov (g/deň) :

Ak je NRQ < 0,706:

$$\text{FAT} = 0,70 \times \text{VCO}_2 \times 1440 - 3,39 \times \text{NE} \quad (34)$$

Ak je NRQ > 0,706:

$$\text{FAT} = 1,689 \times \text{VO}_2 \times 1440 - 1,689 \times \text{VCO}_2 \times 1440 - 1,943 \times \text{NE} \quad (35)$$

Pozn.: FAT - lipidy (g/deň), VCO₂ - množstvo vydechovaného oxidu uhličitého (l/min), VO₂ - množstvo vdychovaného kyslíka (l/min), NE - celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

b, podiel lipidov (kcal/deň):

Ak je NRQ < 1,0:

$$\text{FAT}_K = \text{FAT} \times 9,46 \quad (36)$$

Ak je NRQ > 1,0:

$$\text{FAT}_K = \text{FAT} \times 1,089 \quad (37)$$

Pozn.: FAT_K - lipidy (kcal/deň), FAT - lipidy (g/deň)

PROTEÍNY (PRO)

a, podiel proteínov (g/deň):

Ak je $NRQ > 0,65$ a $NRQ < 0,706$:

$$PRO = 6,25 \times NE \quad (38)$$

Pozn.: PRO - proteíny (g/deň), NE - celkové množstvo vylúčeného dusíka (g/deň)

b, podiel proteínov (kcal/deň):

Ak je $NRQ > 0,65$ a $NRQ < 0,706$:

$$PRO_K = 4,32 \times PRO \quad (39)$$

Pozn.: PRO_K - proteíny (kcal/deň), PRO - proteíny (g/deň)

K stanoveniu pre-gravidného REE bola využitá Harris-Benedictova rovnica (viď kapitola 5.2.1.3). Rozdielom hodnôt meraného REE a pre-gravidného REE sme získali hodnotu navýšenia REE (REE_N) v tehotenstve, ktorú sme vyjadrili v %.

6.2.3.1 Postup merania

Pred samotným meraním bol prístroj (kalorimeter- Vmax Series) (Obrázok 14) kalibrovaný podľa pokynov výrobcu. Do prístroja boli zadané informácie o meranej osobe (meno, vek, rodné číslo a dátum narodenia) a jej parametre (váha, výška).

Kalorimetrické vyšetrenie bolo vykonávané v tichom prostredí. Miestnosť bola klimatizovaná na teplotu 20-21°C, okná boli zatemnené. Samotné meranie prebiehalo v stave na lačno (12 hod bez príjmu potravy). Žena bola uložená na lôžko, do polohy ležmo, na chrbát. Po 10-15 minútach relaxácie bolo spustené meranie (s využitím kanopy), ktoré trvalo zhruba 20 minút.

Obrázok 14: Kalorimeter Vmax Series



6.2.4 Nutričná analýza

Na hodnotenie výživového príjmu sme využili metódu nutričnej analýzy, ktorá spočívala v zbere 7-dňových nutričných záznamov. Ženy si týždeň pred každým vyšetrením zaznamenali svoj, denný, príjem stravy a tekutín. Každá žena, bola detailne oboznámená, ako nutričné príjmy zapisovať. V prípade nejasného či neúplného výživového záznamu boli chýbajúce informácie doplnené. Kompletné nutričné záznamy, boli hodnotené softwarom Nutridan (Danone Inštitút, Benešov, Česká republika). Pozornosť sme sústredili na analýzu základných zložiek nutriécie (sacharidov, lipidov a proteínov), vody, minerálnych látok a vitamínov. Pre dosiahnutie korektných výsledkov stravovania sa našich subjektov a z dôvodu nepresných informácií užívania suplementov (ženy neužívali doplnky pravidelne alebo ich zabudli poznamenať), do výsledného

hodnotenia výživového príjmu tieto výživové doplnky započítavané neboli. Získané výsledky boli ženám tlmočené počas najbližšieho nasledujúceho vyšetrenia.

6.2.5 Odsávanie mlieka

V období laktácie bola navyše hodnotená produkcia materského mlieka. Vzorky mlieka boli získavané využitím odsávačky (Medela Swing™, Switzerland) pri každom vyšetrení v období po pôrode. Produkcia mlieka bola meraná podľa presne stanovených podmienok (stále v rovnakom čase, po meraní metódou IC - na lačno). Mlieko bolo odsávané z jedného prsníka, z ktorého žena predchádzajúcich 6 hodín nekojila. Odsávanie prebiehalo do úplného vyprázdnenia prsníka. Objem získanej mliečnej vzorky bol odmeraný sterilizovaným odmerným valcom a opätovne vrátený ženám, do ich vlastných nádob.

6.2.6 Štatistická analýza

Štatistická analýza dát bola vykonaná za využitia programov GraphPad Prism9 (GraphPad Software, La Jolla, CA, USA) a Excel 2019. Sledované parametre boli vyhodnotené deskriptívnou štatistikou a vyjadrené ako medián (25% percentil, 75 % percentil) na základe normality rozdelenia stanovenej pomocou D'Agostino & Pearsonovho testu. Na porovnanie rozdielov sledovaných parametrov v jednotlivých fázach tehotenstva a laktácie, bol na základe nenormálneho rozdelenia použitý Mann-Whitney test. Kruskal-Wallisov test bol použitý k stanoveniu odlišností medzi vyšetreniami v priebehu gravidity a laktácie. Pre stanovenie rozdielov hodnôt výživového príjmu získaného zo sedemdňových záznamov a doporučených denných dávok ako aj pre porovnanie nutričného príjmu v súčasnosti a pred cca 10 rokmi, bol použitý neparametrický Wilcoxonov test. Korelačná analýza, využitím Spearmanovho testu, bola vykonaná za účelom posúdenia súvislostí sledovaných parametrov t.j. antropometrie, telesnej kompozície, pokojového energetického výdaja, nutričného príjmu s pôrodnými parametrami a produkciou mlieka. Získané výsledky boli považované za štatisticky signifikantné, ak $p < 0,05$.

6.3 Výsledky štúdie

6.3.1 Charakteristika subjektov

Do štúdie bolo prijatých celkovo 92 českých tehotných žien, z ktorých viac ako polovica bola súčasťou štúdie aj v období laktácie. Základná charakteristika účastníčok štúdie v jednotlivých obdobiach tehotenstva (G1-G3), v deň pôrodu (P), 24 hodín po pôrode (PP) a počas kojenia (L1-L4) je popísaná v Tabuľke 9. Zo zvyšujúcim sa štádiom tehotenstva až do dňa pôrodu váha aj BMI žien významne narastali (Graf 1 a Graf 2). Pri porovnaní G3 vyšetrenia tesne pred pôrodom s vyšetrením v deň pôrodu sa váha ženy už výrazne nemenila. Medián predkoncepčnej hmotnosti žien činil hodnotu 62,5 kg (57,0; 68,0). Podľa ppBMI bola väčšina t.j. 72,8 % žien radená do kategórie normálnej váhy (BMI 18,5-24,9 kg/m²), 5,4 % žien malo BMI < 18,5 kg/m², 16,3 % žien malo nadváhu (BMI 25,0-29,9 kg/m²) a 5,4 % žien spadalo do kategórie obezity (BMI > 29,9 kg/m²).

V závislosti na kategorizácii žien podľa ppBMI medián WG v deň pôrodu u žien s normálnou váhou (n= 36) nadobudol hodnotu 13,2 kg (10,7; 18,9), u žien s nadváhou (n=15) 13,3 kg (10,3; 18,9). U žien (n=2), ktorých ppBMI < 18,5 kg/m², jedna do pôrodu navýšila svoju ppW o 11,3 kg a druhá o 13,2 kg. WG u žien (n=2), ktorých hodnota ppBMI > 29,9 kg/m² predstavoval hodnoty 21,8 kg a 6,3 kg.

Všetky ženy boli prvorodičky a porodili zdravé dieťa v termíne zhuba 40. týždni tehotenstva. Medián hmotnosti novorodencov bol rovný 3450 g a medián výšky činil 50 cm. Deň po pôrode váha žien (n=54) štatisticky významne poklesla o 4,3 kg (3,7; 5,3) ale ostala o necelých 10 kíl vyššia ako ppW. Počas obdobia laktácie sa hmotnosť ženy výrazne nemenila, udržiavala si stabilný trend. Takmer u všetkých žien sa laktácia spustila krátko po pôrode a najväčšia produkcia mlieka bola zaznamenaná počas tretieho popôrodného mesiaca.

Počet žien v jednotlivých obdobiach sa líši z dôvodu zaradenia do štúdie vo vyššom štádiu tehotenstva, pôrodu pred 36. týždňom gravidity alebo nemožnosti sa zúčastniť vyšetrenia (osobné dôvody, pandémie Covid-19). Nižší počet žien v deň pôrodu, v porovnaní s predchádzajúcimi obdobiami tehotenstva (G1-G3) je v dôsledku toho, že niektoré ženy nám nenahlásili jeho začiatok a informovali nás o pôrode až deň po ňom, poprípade neskôr.

Tabuľka 9: Základná charakteristika žien v období tehotenstva a laktácie

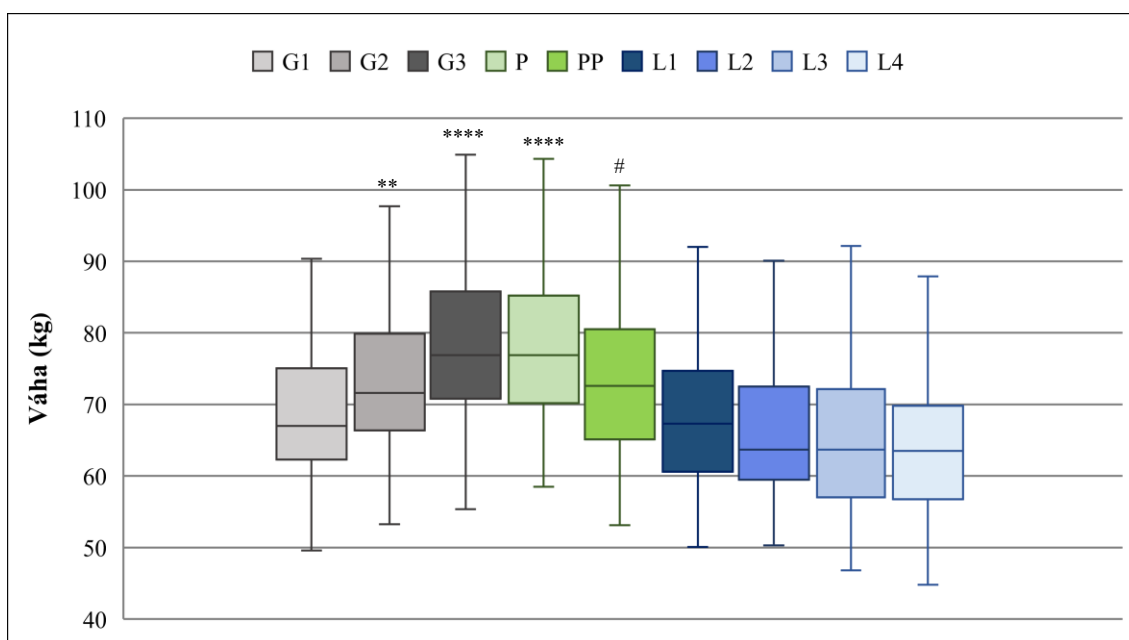
	G1	G2	G3	P	<i>p</i> -value G1-P	PP	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1-L4
Počet (n)	n=75	n=75	n=69	n=54	/	n=59	n=52	n=48	n=47	n=46	/
Dĺžka tehotenstva; doba po pôrode (dni)	164 (154; 180)	219 (213; 227)	259 (255; 262)	284 (275; 286)	<0,0001	/	27 (23; 31)	94 (88; 103)	182 (178; 196)	272 (265; 280)	<0,0001
Vek (roky)	29 (28;31)	29 (27;31)	29 (27; 31)	29 (27; 31)	0,9726	29 (27; 31)	29 (27;31)	29 (28; 32)	30 (28; 32)	30 (29; 32)	0,8566
Výška (cm)	166,5 (162,0; 171,0)	167,0 (162,0; 172,0)	168,0 (163,0; 172,3)	167,0 (162,0; 170,0)	0,6025	167,0 (162,0; 171,0)	167,0 (162,0; 172,0)	167,0 (162,3; 172,0)	167,0 (162,0; 172,0)	167,0 (162,0; 171,0)	0,9924
Váha (kg)	67,0 (62,0; 75,1)	71,6** (66,2; 80,5)	76,9**** (70,7; 85,8)	76,9**** (69,9; 85,8)	<0,0001	72,6# (65,0; 80,8)	67,3 (60,5; 75,1)	63,7 (59,4; 74,0)	63,7 (56,8; 73,0)	63,5 (56,0; 70,1)	0,3274
WG (kg)	5,3 (3,3; 7,5)	9,2**** (6,8; 12,3)	13,0**** (9,9; 16,3)	13,5**** (11,0; 16,8)	<0,0001	9,7#### (5,7; 12,7)	3,8 (0,9; 12,5)	1,6++ (-1,4; 4,4)	0,45++++ (-1,8; 3,1)	-0,6++++ (-3,3; 3,2)	<0,0001
BMI (kg/m²)	23,9 (21,9; 37,3)	25,9** (23,6; 28,1)	27,2**** (25,1; 30,8)	27,5**** (25,5; 31,7)	<0,0001	25,7# (23,2; 29,3)	23,8 (21,3; 27,4)	23,4 (20,8; 26,0)	23,0 (20,5; 26,4)	22,5 (20,2; 25,4)	0,2714
Produkcia mlieka (ml)	/	/	/	/	/	/	58,0 (37,5; 93,5)	85,5 (53,5; 100,0)	55,0 (30,0; 100,0)	50,0 (26,5; 76,5)	0,0740

Pozn: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25%; 75% percentil). *p*-value G1-P - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test), *p*-value L1-L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test)

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, P - deň pôrodu, PP – 24 hodín po pôrode, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3- obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4- obdobie 9 mesiacov po pôrode, BMI- index telesnej hmotnosti, WG- prírastok váhy

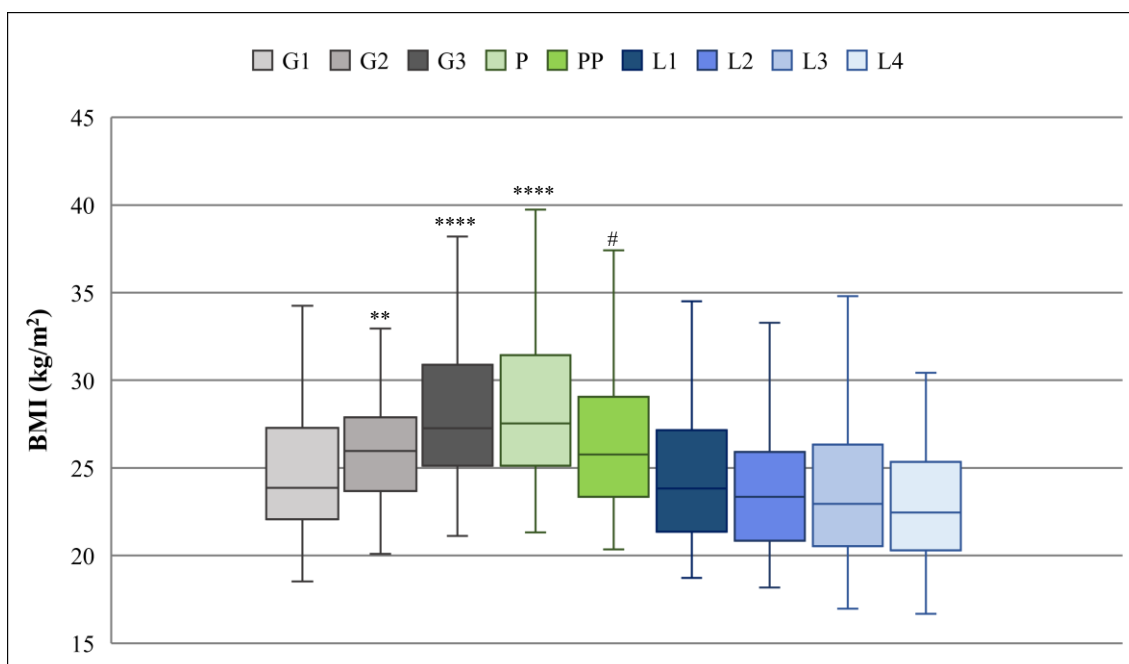
*****p*<0,0001 vs. G1, ***p*<0,01 vs. G1, ####*p*<0,0001 vs. G3, #*p*<0,05 vs. P, ++++*p*<0,0001 vs. L1, ++*p*<0,01 vs. L1

Graf 1: Zmeny telesnej váhy žien v priebehu sledovaných období



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, P - deň pôrodu, PP - 24 hod po pôrode L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2- obdobie 3 mesiace po pôrode, L3- obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4- obdobie 9 mesiacov po pôrode
 **** $p < 0,0001$ vs. G1, ** $p < 0,01$ vs. G1, # $p < 0,0001$ vs. P

Graf 2: Zmeny indexu telesnej hmotnosti žien v priebehu sledovaných období



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, P - deň pôrodu, PP - 24 hod po pôrode L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4- obdobie 9 mesiacov po pôrode
 **** $p < 0,0001$ vs. G1, ** $p < 0,01$ vs. G1, # $p < 0,0001$ vs. P

6.3.2 Stanovenie telesného zloženia

Namerané hodnoty parametrov telesnej kompozície žien uvádza Tabuľka 10. So zvyšujúcim sa štádiom tehotenstva až po deň pôrodu dochádzalo k zadržovaniu telesnej vody- nárast TBW, ECW aj ICW. Od posledného vyšetrenia (G3) do dňa pôrodu sa hydratácia organizmu ženy signifikantne nelíšila.

V období od prvého vyšetrenia (G1) po deň pôrodu bol zaznamenaný tiež nárast zastúpenia LTM ($p < 0,0001$) a FFM ($p < 0,0001$). Zastúpenie FFM a LTM dosahovalo najvyššiu hodnotu v deň pôrodu. Množstvo tuku a ATM malo najvyššie zastúpenie tesne pred pôrodom t.j. v G3 fáze tehotenstva a do pôrodu sa významne nemenilo.

Deň po pôrode bol u žien ($n=54$) zaznamenaný pokles telesnej vody približne o jeden liter pričom k zníženiu vody najviac prispelo zníženie ICW ($p < 0,0001$). 24 hodín po pôrode došlo tiež k signifikantnému zníženiu množstva tuku ($p=0,0031$), ATM ($p=0,0031$) a LTM ($p=0,0066$).

V jednotlivých obdobiach laktácie (L1-L4) množstvo telesnej vody ako aj ostatných sledovaných parametrov udržiavalo pomerne stabilný trend bez štatisticky významnej zmeny.

Tabuľka 10: Zmeny telesného zloženia žien v období tehotenstva a laktácie

	G1	G2	G3	P	<i>p</i> -value G1-P	PP	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1-L4
TBW (l)	32,2 (29,2; 35,7)	33,9** (31,4; 37,3)	36,4**** (32,8; 38,8)	36,9**** (32,7; 39,8)	<0,0001	35,7# (32,2; 39,1)	32,4 (29,8; 34,9)	31,8 (29,3; 34,6)	31,7 (29,4; 34,4)	31,4 (29,8; 34,0)	0,8351
ECW (l)	14,5 (13,4; 16,0)	15,5* (14,0; 16,8)	16,3**** (14,8; 17,9)	16,0**** (14,8; 18,2)	<0,0001	17,0### (15,3; 18,3)	14,2 (13,4; 15,5)	13,9 (12,8; 15,3)	13,9 (12,8; 15,2)	14,0 (12,7; 15,0)	0,4896
ICW (l)	17,5 (16,0; 19,4)	18,4** (17,2; 20,7)	19,3**** (17,8; 21,6)	20,2**** (18,3; 22,3)	<0,0001	18,5#### (17,0; 21,0)	17,8 (16,7; 19,6)	17,8 (16,5; 19,5)	17,6 (16,6; 19,5)	17,7 (16,5; 19,0)	0,9886
LTM (kg)	35,0 (32,1; 38,4)	37,0** (34,0; 41,7)	37,9*** (34,6; 43,9)	39,7**** (36,1; 46,0)	<0,0001	38,1### (33,3; 42,6)	37,0 (33,9; 39,3)	35,9 (33,3; 39,6)	36,6 (33,9; 39,6)	37,2 (34,2; 39,3)	0,3061
FFM (kg)	35,4 (32,2; 38,3)	37,1* (34,2; 41,9)	39,2**** (35,0; 44,3)	39,8**** (34,9; 46,6)	<0,0001	39,3 (34,7; 43,9)	36,7 (33,6; 39,3)	35,8 (33,4; 39,5)	36,6 (34,4; 39,7)	37,1 (33,9; 39,0)	0,9473
Tuk (kg)	23,0 (19,1; 29,0)	25,1 (21,4; 31,2)	28,6** (22,2; 33,8)	25,3 (20,7; 33,6)	0,0186	25,1### (17,6; 29,7)	22,3 (16,5; 27,8)	20,8 (16,3; 24,8)	21,4 (15,2; 25,5)	18,6 (14,5; 23,5)	0,3390
ATM (kg)	31,3 (26,0; 39,5)	34,1 (29,2; 42,4)	38,9** (30,2; 46,0)	34,5 (28,1; 45,7)	0,0191	34,2### (23,9; 40,4)	30,4 (22,4; 37,9)	28,3 (22,2; 33,7)	29,2 (20,7; 34,7)	25,3 (19,6; 31,9)	0,3372

Pozn: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-P - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test);

p-value L1- L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test)

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, P - deň pôrodu, PP - 24 hodín po pôrode, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3- obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4- obdobie 9 mesiacov po pôrode, TBW - celková telesná voda, ECW - extracelulárna tekutina, ICW - intracelulárna tekutina, LTM - netučná hmota, FFM - beztuková hmota, ATM – hmota tukového tkaniva (vrátane hydratácie)

*****p*<0,0001 vs. G1, ****p*<0,001 vs. G1, ***p*<0,01 vs. G1, **p*<0,05 vs. G1, ####*p*<0,0001 vs. P, ###*p*<0,01 vs. P, #*p*<0,05 vs. P

6.3.3 Stanovenie pokojového energetického výdaja

Tabuľka 11 znázorňuje hodnoty kalorimetrických meraní. V období tehotenstva došlo k nárastu VO_2 a VCO_2 . Tri týždne po pôrode sa hodnoty respiračných parametrov znížili k hodnotám G1 fázy tehotenstva a následne si vo všetkých sledovaných obdobiach laktácie udržiavali stabilné hodnoty, bez štatisticky významnej zmeny. RQ a NRQ sa naopak v priebehu gravidity signifikantne nemenili. Počas laktácie porástli v L2 a L3 období.

REE v priebehu celej gravidity narastal. V porovnaní s REE pre-gravidným bola hodnota REE v druhom trimestri vyššia o 5,0 %, v počiatočnej fáze tretieho trimestra o 13,8 % a ku koncu tretieho trimestra o 20,3 %. V L1 fáze kojenia, dáta ukazujú pokles REE k hodnotám dokonca ešte nižším ako v období pred koncepciou. V priebehu nasledujúcich laktačných období (L2-L4) sa REE udržiaval v stabilných hodnotách. Zmeny REE v priebehu sledovaných období znázorňuje Graf 3.

Z pohľadu oxidácie nutričných substrátov (Tabuľka 12) sa počas gravidity využitia sacharidov ani proteínov výrazne nemenila, kdežto oxidácia lipidov v G2 a G3 fáze tehotenstva bola oproti G1 obdobiu výrazne zvýšená. Oxidácie proteínov a sacharidov nepreukázali významnú zmenu oproti záveru tehotenstva ani tri týždne po pôrode. V L3 období laktácie došlo k štatisticky významnému poklesu iba v prípade oxidácie lipidov. 3 mesiace po pôrode oxidácia sacharidov výrazne poklesla (Graf 4). Významný pokles zaznamenala aj oxidácia lipidov v L2 a L3 období laktácie (Graf 5). Oxidácia proteínov naopak v laktačnej fáze L3 a L4 porástla (Graf 6).

Tabuľka 11: Zmeny pokojového energetického metabolizmu v období tehotenstva a laktácie

	G1	G2	G3	<i>p</i> -value G1-G3	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1-L4
VO₂ (l/min)	0,22 (0,20; 0,25)	0,25**** (0,23; 0,27)	0,27**** (0,25; 0,29)	<0,0001	0,23#### (0,21; 0,24)	0,22 (0,20; 0,24)	0,22 (0,19; 0,23)	0,22 (0,20; 0,23)	0,3158
VCO₂ (l/min)	0,17 (0,15; 0,18)	0,19**** (0,18; 0,20)	0,20**** (0,19; 0,22)	<0,0001	0,17#### (0,15; 0,18)	0,16 (0,15; 0,18)	0,16 (0,14; 0,18)	0,16 (0,15; 0,17)	0,9110
RQ	0,74 (0,70; 0,80)	0,76 (0,72; 0,78)	0,76 (0,72; 0,81)	0,4190	0,73 (0,69; 0,78)	0,77+ (0,71; 0,81)	0,76+ (0,73; 0,81)	0,74 (0,71; 0,78)	0,0208
NRQ	0,72 (0,67; 0,80)	0,75 (0,69; 0,77)	0,74 (0,70; 0,80)	0,3870	0,69 (0,64; 0,76)	0,74+ (0,69; 0,81)	0,74+ (0,71; 0,78)	0,70 (0,66; 0,75)	0,0154
REE (kcal/deň)	1491 (1383; 1717)	1663**** (1559; 1772)	1834**** (1713; 1939)	<0,0001	1217#### (1065; 1316)	1210 (1059; 1344)	1175 (1057; 1350)	1143 (1060; 1254)	0,8023
REE- pre-gravidné (kcal/deň)	1420 (1359; 1486)	1422 (1378; 1488)	1434 (1394; 1496)	0,2834	1422 (1374; 148)	1427 (1378; 1494)	1433 (1376; 1497)	1424 (1373; 1497)	0,9665
REE_N (%)	5,0 (-1,1; 10,9)	13,8**** (7,5; 19,5)	20,3**** (17,2; 3224,7)	<0,0001	-21,6#### (-34,0; -8,3)	-23,1 (-30,0; -8,6)	-21,9 (-34,2; -11,6)	-24,4 (-32,3; -14,0)	0,8842
REE_{HB} (kcal/deň)	1473 (1414; 1556)	1508* (1460; 1602)	1557**** (1504; 1658)	<0,0001	1453 (1411; 1539)	1428 (1388; 1540)	1424 (1370; 1525)	1422 (1364; 1494)	0,2810

Pozn.: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-G3 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test); *p*-value L1-L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode, VCO₂ - množstvo vydychovaného oxidu uhličitého, VO₂ - množstvo vdychovaného kyslíka, RQ - respiračný kvocient, NRQ – neproteínový respiračný kvocient REE - pokojový energetický výdaj stanovený vyšetrením indirektnej kalorimetrie, REE-HB - pokojový energetický výdaj stanovený výpočtom podľa Harris-Benedictovej rovnice, R_N - rozdiel REE pre-gravidného a REE v období kedy vyšetrenie prebiehalo

*****p*<0,0001 vs. G1, **p*<0,05 vs. G1, ####*p*<0,0001 vs. G3, +*p*<0,05 vs. L1

Tabuľka 12: Zmeny oxidácie nutričov v období tehotenstva a laktácie

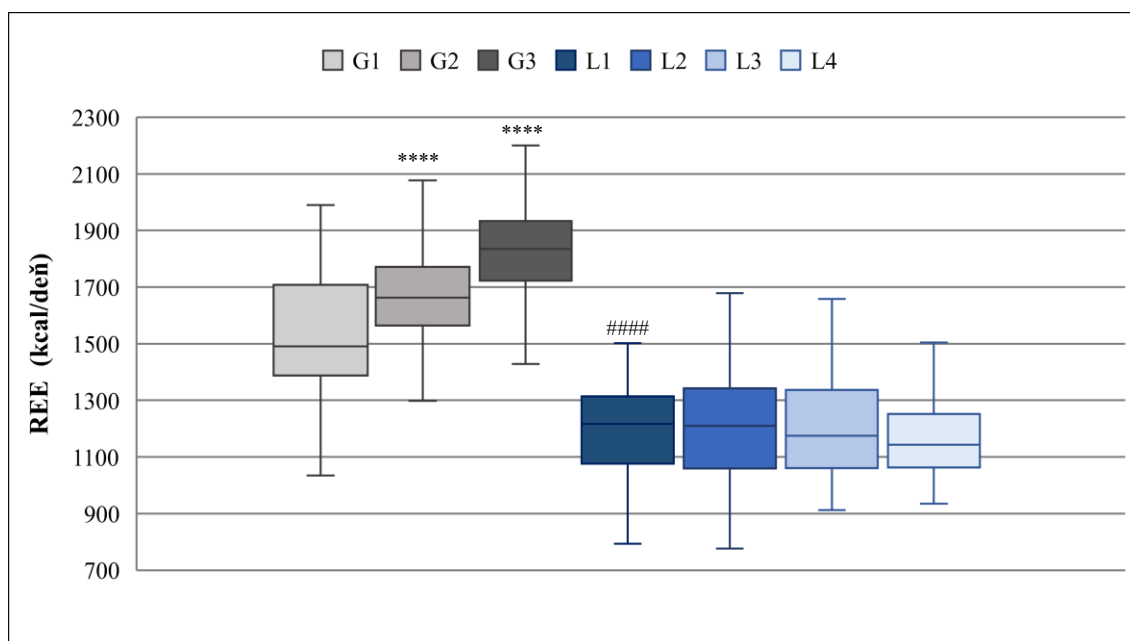
	G1	G2	G3	<i>p</i> -value G1-G3	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1-L4
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	114,5 (57,8; 320,6)	185,4 (54,4; 305,3)	200,2 (79,4; 536,8)	0,1580	118,2 (54,0; 277,5)	50,39 ⁺⁺⁺ (23,9; 91,5)	145,8 (61,6; 378,6)	82,9 (31,5; 271,7)	0,00017
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	906,2 (753,5; 1190,0)	1117,0 ^{**} (868,1; 1318,0)	1136,0 ^{***} (935,2; 1431,0)	0,0008	989,9 ^{##} (850,5; 1144,0)	777,9 ⁺ (622,3; 1090,0)	793,2 ⁺⁺ (577,3; 991,0)	902,9 (618,5; 1065,0)	0,0126
Oxidácia proteínov (kcal/deň)	357,1 (262,0; 456,1)	357,7 (301,0; 441,1)	331,3 (268,1; 423,7)	0,3845	337,3 (269,7; 425,8)	375,1 (267,4; 461,4)	421,0 ⁺⁺ (317,9; 505,5)	393,3 ⁺⁺ (331,7; 554,0)	0,0117

Pozn.: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-G3 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test); *p*-value L1-L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4- obdobie 9 mesiacov po pôrode

^{***}*p*<0,001 vs. G1, ^{**}*p*<0,01 vs. G1, ^{##}*p*<0,01 vs. G3, ⁺⁺⁺*p*<0,0001 vs. L1, ⁺⁺*p*<0,01 vs. L1, ⁺*p*<0,05 vs. L1

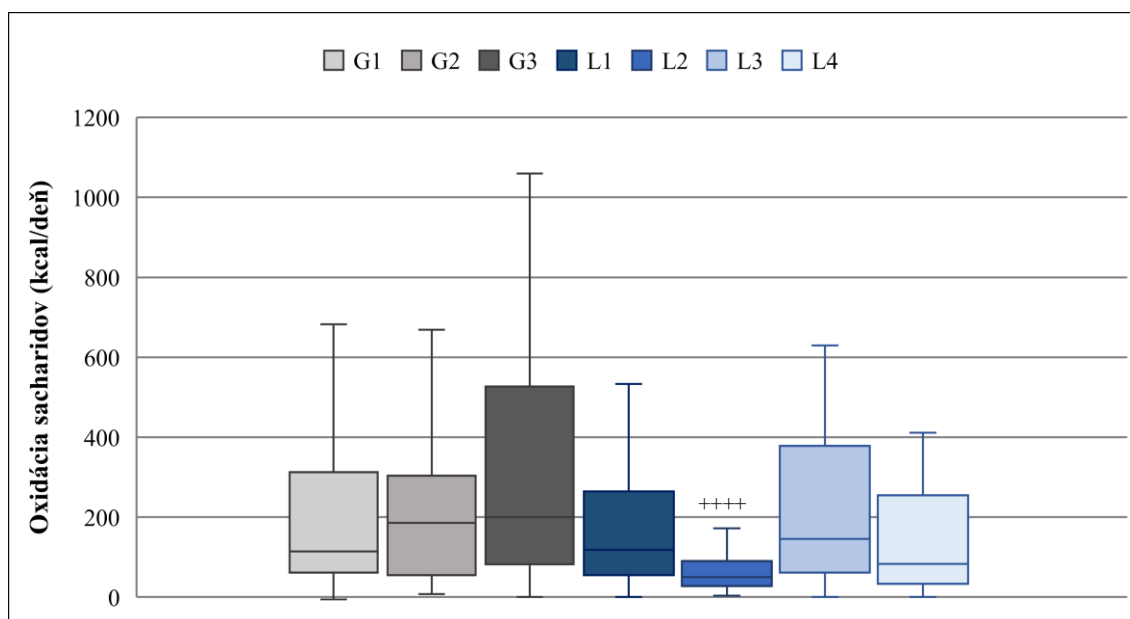
Graf 3: Zmeny pokojového energetického výdaja v sledovaných obdobiach



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode, REE- pokojový energetický výdaj stanovený vyšetrením indirektnej kalorimetrie

**** $p < 0,0001$ vs. G1, ##### $p < 0,0001$ vs. G3

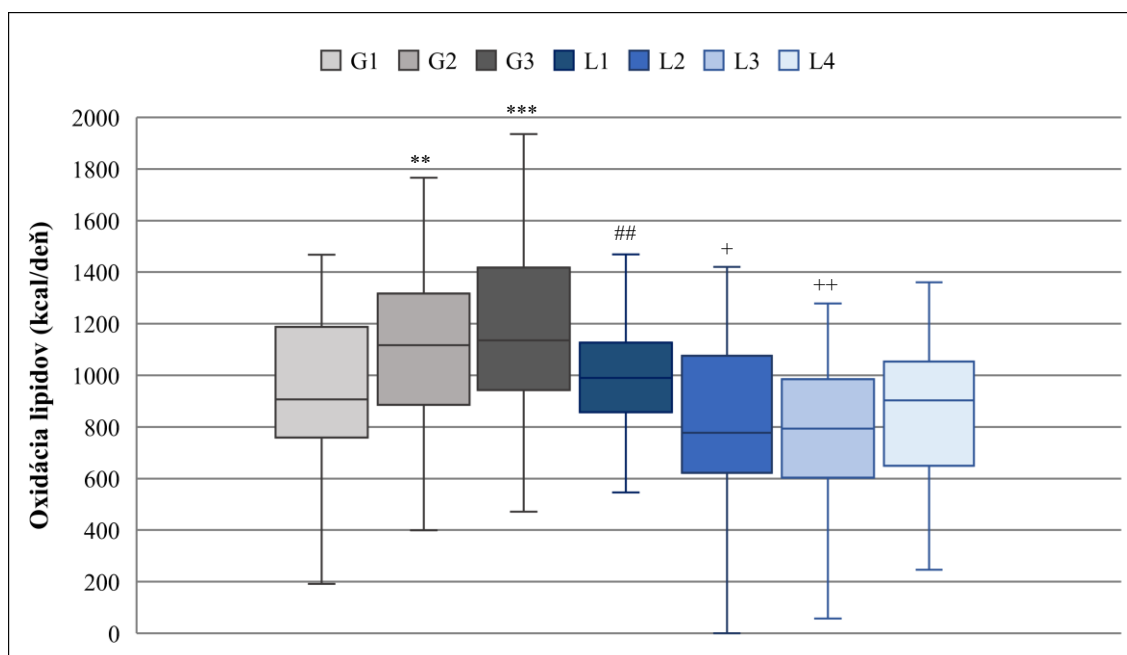
Graf 4: Zmeny oxidácie sacharidov v sledovaných obdobiach



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode

++++ $p < 0,0001$ vs. L1

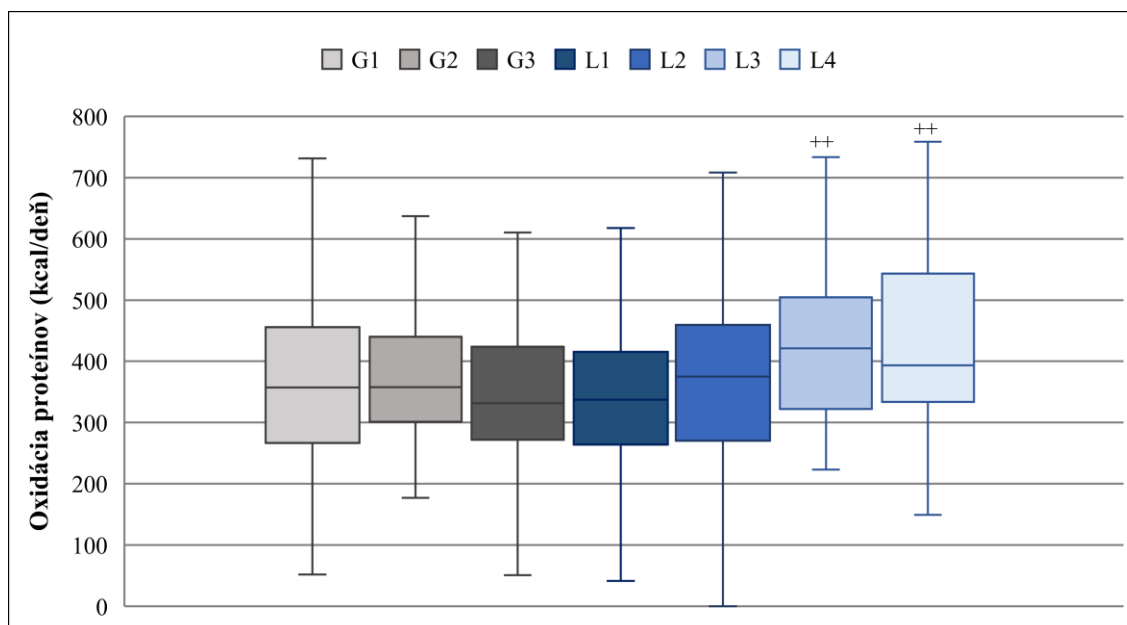
Graf 5: Zmeny oxidácie lipidov v sledovaných obdobiach



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode

*** $p < 0,001$ vs. G1, ** $p < 0,01$ vs. G1, ## $p < 0,01$ vs. G3, ++ $p < 0,01$ vs. L1, + $p < 0,05$ vs. L1

Graf 6: Zmeny oxidácie proteínov v sledovaných obdobiach



Pozn.: G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode

++ $p < 0,01$ vs. L1

6.3.4 Stanovenie nutričného príjmu

Výživový príjem v priebehu tehotenstva a laktácie uvádza Tabuľka 13 až 15. V príjme základných makronutrientov neboli v sledovaných obdobiach zaznamenané štatisticky významné rozdiely. Zmenu zaznamenal príjem vlákniny, ktorý v závere gravidity výrazne poklesol. Z pohľadu príjmu mikroživín došlo so zvyšujúcim sa štádiom tehotenstva k zníženiu príjmu horčíka zinku a vitamínu B6. Významné zmeny boli zistené tiež v príjme draslíka, ktorý klesol najmä v G3 fáze gravidity. Na konci tehotenstva poklesol aj príjem fosforu, vitamínu E a vitamínu B1.

Tri týždne po pôrode bol zaznamenaný nárast príjmu jódu, fluoridov a fosforu. Príjem sodíka, vápnika, železa, zinku, vitamínu D, B1, B2 a B12 sa oproti záverečnej fáze významne nezmenil. Príjem zvyšných sledovaných nutrientov v porovnaní s poslednou fázou gravidity štatisticky významne poklesol.

V ďalších obdobiach kojenia, od 3 mesiaca do 9 mesiaca po pôrode, došlo k poklesu príjmu železa a jódu. V neskorších fázach laktácie (L3, L4) sa oproti L1 fáze znížil príjem fluoridov a fosforu, kdežto príjem draslíka zaznamenal navýšenie a to hlavne v L3 fáze laktácie. 6 mesiacov po pôrode bol významne navýšený aj príjem kyseliny listovej.

Príjem tekutín sa počas tehotenstva držal v stabilnom trende. 3 týždne po pôrode narástol a naopak v 9. mesiaci laktácie oproti L1 fáze výrazne poklesol.

Tabuľka 13: Denný príjem nutričov v období tehotenstva a laktácie I

	G1	G2	G3	<i>p</i> -value G1- G3	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1- L4
EI (kcal)	2025 (1630; 2443)	1992,0 (1668,0; 2393,0)	2006,0 (1655,0; 2365,0)	0,7619	1831,0 ^{###} (1476,0; 2263,0)	1873,0 (1514,0; 2365,0)	1887,0 (1492,0; 2288,0)	1804,0 (1478,0; 2225,0)	0,4864
Proteíny (g)	79,6 (64,1; 101,9)	77,6 (61,2; 93,9)	76,2 (60,3; 95,4)	0,0661	72,0 [#] (56,8; 91,2)	74,7 (57,4; 91,5)	76,6 (60,8; 95,9)	74,8 (61,3; 89,7)	0,3342
Lipidy (g)	76,0 (57,6; 100,2)	76,2 (56,6; 94,8)	76,5 (58,3; 96,7)	0,7084	68,4 ^{###} (48,7; 95,4)	70,7 (52,5; 94,2)	72,7 (51,9; 91,8)	70,4 (52,3; 88,6)	0,7730
Sacharidy (g)	229,5 (187,5; 284,6)	231,0 (185,8; 282,9)	225,8 (184,8; 277,8)	0,7661	212,8 ^{####} (166,5; 262,8)	212,1 (164,8; 272,0)	206,7 (165,1; 260,9)	203,9 (157,2; 255,5)	0,4475
Vláknina (g)	21,0 (16,0; 26,9)	20,4 (16,1; 25,4)	19,5* (15,0; 25,4)	0,0416	17,4 ^{####} (13,0; 22,6)	17,3 (13,1; 23,2)	17,5 (13,4; 23,2)	16,6 (13,2; 23,2)	0,8102
Voda (ml)	2923,0 (2377,0; 3510,0)	3035,0 (2443,0; 3562,0)	2895,0 (2407,0; 3505,0)	0,2850	3173,0 [#] (2427,0; 3781,0)	3026,0 (2348,0; 3655,0)	2953,0 ⁺ (2202,0; 3634,0)	2599,0 ⁺⁺⁺ (2109,0; 3282,0)	<0,0001
Sodík (mg)	2914,0 (2046,0; 3725,0)	2934,0 (2039,0; 3903,0)	2762,0 (1980,0; 3726,0)	0,3062	2757,0 (1945,0; 3815,0)	2573,0 (1934,0; 3473,0)	2531,0 (1678,0; 3509,0)	2531,0 (1850,0; 3501,0)	0,0724
Draslík (mg)	3382,0 (2586,0; 4526,0)	3248,0 (2423,0; 4167,0)	3121,0 ^{***} (2410,0; 3952,0)	0,0031	2703,0 ^{####} (1994,0; 3457,0)	2748,0 (2184,0; 3436,0)	2949,0 ⁺⁺ (2239,0; 3802,0)	2893,0 ⁺ (2105,0; 3855,0)	0,0090
Vápnik (mg)	1027,0 (781,8; 1349,0)	1007,0 (759,2; 1341,0)	990,7 (785,7; 1280,0)	0,8276	966,3 (697,9; 1274,0)	916,5 (658,8; 1234,0)	909,8 (703,3; 1237,0)	894,7 (680,9; 1213,0)	0,5847

Pozn.: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-G3- rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test);

p-value L1- L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode, EI – celkový energetický príjem

****p*<0,001 vs. G1, **p*<0,05 vs. G1, ####*p*<0,0001 vs. G3, ###*p*<0,001 vs. G3, #*p*<0,01 vs. G3, #*p*<0,05, ++++*p*<0,0001 vs. L1, ++*p*<0,01 vs. L1, +*p*<0,05 vs. L1

Tabuľka 14: Denný príjem nutričov v období tehotenstva a laktácie II

	G1	G2	G3	<i>p</i> -value G1- G3	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1- L4
Horčík (mg)	421,6 (348,9; 517,7)	404,2* (324,8; 493,4)	390,8** (321,0; 479,8)	0,0037	373,3### (304,2; 449,0)	375,0 (311,8; 445,9)	370,1 (307,5; 470,3)	361,2 (291,2; 436,9)	0,6162
Fosfor (mg)	1772,0 (1396,0; 2184,0)	1711,0 (1371,0; 2079,0)	1680,0* (1350,0; 2047,0)	0,0351	1795,0# (1375,0; 2232,0)	1693,0 (1319,0; 2034,0)	1594,0+++ (1307,0; 1951,0)	1547,0++++ (1254,0; 1905,0)	<0,0001
Železo (mg)	16,3 (13,3; 20,4)	16,1 (13,3; 19,8)	16,0 (12,9; 19,7)	0,4343	16,8 (13,0; 21,1)	15,7++ (11,8; 19,1)	14,9++++ (11,7; 18,5)	14,6++++ (11,2; 18,7)	0,0001
Zinok (mg)	11,1 (8,6; 14,2)	10,6* (8,0; 13,6)	10,3** (8,1; 13,0)	0,0077	10,0 (7,5; 12,4)	10,2 (8,0; 12,8)	10,1 (7,8; 13,2)	10,1 (7,9; 12,7)	0,4710
Meď (mg)	1,8 (1,4; 2,3)	1,7 (1,3; 2,2)	1,7 (1,3; 2,2)	0,0977	1,5##### (1,1; 1,9)	1,5 (1,1; 2,0)	1,5 (1,2; 2,0)	1,5 (1,1; 1,9)	0,1322
Selén (µg)	48,9 (30,9; 74,1)	47,2 (30,0; 71,8)	45,8 (27,8; 73,9)	0,4972	39,4### (22,2; 65,1)	46,7 (25,7; 72,3)	49,6 (26,3; 75,8)	44,7 (25,4; 69,5)	0,0594
Fluoridy (µg)	1155,0 (869,9; 1406,0)	1169,0 (886,3; 1431,0)	1151,0 (921,0; 1413,0)	0,5471	1309,0##### (929,9; 1910,0)	1219,0 (959,9; 1650,0)	1094,0++++ (835,5; 1379,0)	1003,0++++ (810,9; 1253,0)	<0,0001
Jód (µg)	70,0 (51,4; 94,4)	69,1 (51,5; 96,1)	70,2 (53,0; 96,4)	0,6044	78,4### (55,4; 121,2)	65,9++++ (49,4; 90,4)	61,8++++ (46,7; 81,4)	57,9++++ (44,5; 76,7)	<0,0001

Pozn.: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-G3 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test); *p*-value L1-L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode

***p*<0,01 vs. G1, ***p*<0,001 vs. G1, **p*<0,05 vs. G1, #####*p*<0,0001 vs. G3, ###*p*<0,01 vs. G3, #*p*<0,05, ++++*p*<0,0001 vs. L1, , +++*p*<0,001 vs. L1, ++*p*<0,01 vs. L1

Tabuľka 15: Denný príjem nutričov v období tehotenstva a laktácie III

	G1	G2	G3	<i>p</i> -value G1- G3	L1	L2	L3	L4	<i>p</i> -value L1- L4
Vitámín A (µg)	380,3 (233,2; 535,4)	366,5 (249,2; 523,3)	392,6 (259,1; 546,7)	0,4059	347,2 [#] (213,3; 544,0)	381,8 (223,6; 545,4)	361,9 (228,0; 542,0)	376,5 (252,3; 534,5)	0,5678
Vitámín D (µg)	1,1 (0,6; 2,0)	1,1 (0,6; 2,1)	1,2 (0,7; 2,1)	0,7775	1,0 (0,5; 2,1)	1,1 (0,6; 2,0)	1,1 (0,6; 2,4)	1,0 (0,6; 2,4)	0,9109
Vitámín E (mg)	9,5 (6,5; 13,9)	9,2 (6,5; 12,4)	8,8* (6,0; 12,3)	0,0387	7,9 [#] (5,3; 11,5)	8,5 (5,5; 12,1)	8,0 (5,4; 11,3)	7,9 (5,5; 11,8)	0,6307
Vitámín B1 (mg)	1,4 (1,0; 1,9)	1,3 (1,0; 1,8)	1,3** (1,0; 1,7)	0,0060	1,2 (0,9; 1,6)	1,2 (0,9; 1,8)	1,2 (0,9; 1,8)	1,2 (0,9; 1,7)	0,7687
Vitámín B2 (mg)	1,5 (1,2; 2,0)	1,5 (1,2; 1,9)	1,5 (1,2; 1,9)	0,5049	1,4 (1,0; 1,9)	1,4 (1,1; 1,7)	1,4 (1,1; 1,8)	1,4 (1,1; 1,8)	0,8400
Vitámín B3 (mg)	31,9 (24,6; 40,5)	30,4 (23,5; 38,3)	30,2 (23,4; 38,9)	0,1102	29,3 [#] (23,5; 35,1)	30,0 (23,3; 37,1)	31,2 (23,3; 39,7)	29,3 (22,5; 38,2)	0,2251
Vitámín B6 (mg)	1,9 (1,3; 2,4)	1,8* (1,3; 2,3)	1,7** (1,2; 2,2)	0,0095	1,6 ^{###} (1,1; 2,1)	1,6 (1,2; 2,1)	1,7 (1,2; 2,3)	1,6 (1,2; 2,1)	0,1889
Kyselina listová (µg)	216,2 (157,8; 273,2)	203,5 (154,7; 265,5)	201,8 (153,2; 255,4)	0,1375	179,2 ^{####} (128,2; 232,7)	173,0 (128,0; 231,6)	186,4 ⁺ (147,2; 243,0)	180,5 (131,4; 237,7)	0,0395
Vitámín B12 (µg)	4,6 (3,1; 6,)	4,5 (3,0; 6,4)	4,2 (3,0; 6,3)	0,3304	4,5 (2,6; 6,4)	4,3 (3,1; 6,4)	4,7 (2,9; 7,2)	4,6 (3,1; 6,8)	0,1809
Vitámín C (mg)	127,0 (75,3; 187,6)	123,0 (80,8; 185,9)	130,3 (79,1; 211,3)	0,3837	80,8 ^{####} (39,8; 131,8)	84,2 (47,7; 147,1)	90,9 (49,9; 145,2)	93,2 (48,9; 146,5)	0,0708

Pozn.: Hodnoty sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil). *p*-value G1-G3 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami tehotenstva (od G1 po deň pôrodu) (Kruskal Wallisov test); *p*-value L1-L4 - rozdiely parametrov medzi jednotlivými obdobiami laktácie (od L1 po L4) (Kruskal Wallisov test).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode

***p*<0,001 vs. G1, **p*<0,05 vs. G1, ####*p*<0,0001 vs. G3, ###*p*<0,01 vs. G3, #*p*<0,05, +*p*<0,05 vs. L1

Tabuľka 16 popisuje zmeny súčasného nutričného príjmu v porovnaní s výživovým príjmom českých tehotných žien pred cca 10 rokmi. Súčasnosť ukázala nižší príjem nutričnej energie počas celého tehotenstva. V G2 a G3 fáze gravidity bol pokles EI navyše štatisticky významný. V zameraní sa na základné výživové prvky, CI poklesol o 14,1 % v G1, 17,8 % v G2 a 15,2 % v G3 období gravidity. Príjem lipidov bol znížený v G2 fáze no v prvom a poslednom sledovanom období tehotenstva porástol. V PI bolo zaznamenané signifikantné navýšenie v G1 a G2 fáze. Príjem tekutín bol u dnešných žien, vo všetkých sledovaných obdobiach tehotenstva, vyšší oproti minulosti. Zo skupiny mikronutrientov, väčšina vitamínov a minerálnych látok zaznamenala zníženie príjmu. Najvýraznejšie, o viac ako 50 %, poklesol príjem vitamínu A (57,6 %; 70,1 %; 75,9 %) a vitamínu D (71,2 %; 67,7%; 53,6 %), postupne v G1-G3 fáze.

Porovnanie súčasného príjmu nutrientov s doporučenými dennými dávkami (DDD) pre populáciu českých žien uvádzajú Tabuľky 17 a 18. Vo vzorke našich subjektov boli v oboch sledovaných obdobiach zaznamenané deficity EI (G1-L4: $p < 0,0001$), sacharidov (G1: $p < 0,05$; G3: $p < 0,01$; L1: $p < 0,05$; L3: $p < 0,01$), vlákniny (G1-L4: $p < 0,0001$), železa (G1-L4: $p < 0,0001$), fluoridov (G1-L4: $p < 0,0001$), jódu (G1-L4: $p < 0,0001$), vitamínu A (G1-L4: $p < 0,0001$), vitamínu D (G1-L4: $p < 0,0001$), vitamínu E (G1-L4: $p < 0,0001$) a kyseliny listovej (G1-L4: $p < 0,0001$). V laktácii došlo navyše k deficitnému príjmu vápnika (L4: $p < 0,05$), horčíka (L1: $p < 0,05$; L4: $p < 0,01$), zinku (L1: $p < 0,0001$; L2-L4: $p < 0,05$), vitamínov skupiny B- B1 (L1: $p < 0,001$; L2-L4: $p < 0,05$), B2 (L1-L4: $p < 0,001$), B6 (L1-L4: $p < 0,0001$) a nižší príjem bol zistený tiež u vitamínu C (L1-L4: $p < 0,0001$). Príjem tekutín bol v porovnaní s DDD, v priebehu celého tehotenstva, dostatočný, poklesol v období 3. až 9. mesiaca laktácie (L3: $p < 0,01$; L4: $p < 0,001$).

Tabuľka 16: Porovnanie súčasného výživového príjmu s výsledkami predchádzajúcej štúdie

	G1		G2		G3	
	pred 10 rokmi	δ (%)	pred 10 rokmi	δ (%)	pred 10 rokmi	δ (%)
EI (kcal)	2074,0 ± 413,1	-2,4	2251,0 ± 479,0	-11,5 ^{****}	2069,0 ± 364,6	-3,0 [*]
Proteíny (g)	75,7 ± 15,6	5,2 ^{****}	80,6 ± 16,7	-3,9 [*]	72,3 ± 11,2	5,4
Lipidy (g)	72,9 ± 16,5	4,3 ^{***}	83,7 ± 31,0	-8,9 ^{****}	74,3 ± 15,8	2,9 ^{**}
Sacharidy (g)	267,3 ± 64,2	-14,1 ^{****}	280,9 ± 58,6	-17,8 ^{****}	266,2 ± 55,6	-15,2 ^{****}
Vláknina (g)	22,6 ± 5,3	-7,2 ^{**}	23,7 ± 6,3	-13,8 ^{****}	22,3 ± 5,1	-12,6 ^{****}
Voda (ml)	2113,0 ± 914,7	38,3 ^{****}	2472,0 ± 795,5	22,8 ^{****}	2581,0 ± 1031,0	12,2 ^{****}
Sodík (mg)	4249,0 ± 1178,0	-31,4 ^{****}	4312,0 ± 874,3	-32,0 ^{****}	4023,0 ± 750,1	-31,3 ^{****}
Draslík (mg)	3655,0 ± 1095,0	-7,5 [*]	3854,0 ± 1189,0	-15,7 ^{****}	3810,0 ± 1106,0	-18,1 ^{****}
Vápnik (mg)	979,6 ± 312,7	4,8 ^{***}	1073,0 ± 304,8	-6,2	1035,0 ± 269,6	-4,3
Horčík (mg)	394,3 ± 94,4	6,9 ^{****}	427,4 ± 91,3	-5,4 ^{**}	420,9 ± 98,8	-7,2 ^{***}
Fosfor (mg)	1640,0 ± 391,0	8,0 ^{****}	1787,0 ± 390,5	-4,3 [*]	1636,0 ± 395,4	2,7 ^{**}
Železo (mg)	15,3 ± 3,5	6,4 ^{****}	16,3 ± 3,5	-1,5	15,8 ± 4,1	1,0 [*]
Zinok (mg)	10,1 ± 2,3	9,5 ^{****}	10,7 ± 2,3	-1,1	10,0 ± 1,7	2,0 ^{**}
Meď (mg)	2,1 ± 2,6	16,4 ^{****}	1,9 ± 0,4	-13,2 ^{****}	1,8 ± 0,5	-7,2
Selén (µg)	75,4 ± 23,7	35,2 ^{****}	80,2 ± 31,8	-41,1 ^{****}	75,2 ± 19,9	-39,1 ^{****}
Fluoridy (µg)	852,0 ± 311,9	35,6 ^{****}	978,3 ± 367,6	19,5 ^{****}	967,3 ± 384,9	19,0 ^{****}
Jód (µg)	90,3 ± 44,2	-23,0 ^{****}	99,1 ± 55,5	-30,3 ^{****}	89,3 ± 36,7	-21,4 ^{****}
Vitámín A (µg)	896,0 ± 1170,0	-57,6 ^{****}	1227,0 ± 1597,0	-70,1 ^{****}	1631,0 ± 2148,0	-75,9 ^{****}
Vitámín D (µg)	3,9 ± 4,80	-71,2 ^{****}	3,5 ± 3,2	-67,7 ^{****}	2,5 ± 2,6	-53,6 ^{****}
Vitámín E (mg)	11,1 ± 3,8	-14,0 ^{**}	12,2 ± 4,7	-24,6 ^{****}	11,2 ± 3,8	-21,2 ^{****}
Vitámín B1 (mg)	1,7 ± 0,5	-18,2 ^{****}	1,7 ± 0,4	-22,4 ^{****}	1,8 ± 0,4	-28,9 ^{****}
Vitámín B2 (mg)	1,8 ± 0,6	-14,7 ^{****}	1,9 ± 0,6	-23,2 ^{****}	1,9 ± 0,5	-22,1 ^{****}
Vitámín B3 (mg)	31,0 ± 7,5	2,8 [*]	33,4 ± 8,4	-9,1 ^{****}	31,4 ± 6,4	-4,0
Vitámín B6 (mg)	2,2 ± 0,6	-15,0 ^{****}	2,2 ± 0,6	-20,0 ^{****}	2,3 ± 0,6	-26,1 ^{****}
Vitámín B12 (µg)	7,3 ± 3,9	-37,6 ^{****}	7,6 ± 3,4	-41,3 ^{****}	8,1 ± 3,6	-47,9 ^{****}
Kyselina listová (µg)	262,1 ± 93,9	-17,5 ^{****}	271,3 ± 84,8	-23,9 ^{****}	280,2 ± 89,9	-28,0 ^{****}
Vitámín C (mg)	199,4 ± 113,1	-36,3 ^{****}	188,5 ± 76,4	-34,7 ^{****}	210,8 ± 99,2	-38,2 ^{****}

Pozn.: Hodnoty štúdie pred 10 rokmi sú vyjadrené ako priemer ± smerodajná odchýlka.

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, δ (%) - percentuálna zmena výsledkov súčasnej štúdie vzhľadom k hodnotám štúdie pred 10 rokmi, EI – celkový energetický príjem

**** $p < 0,0001$ vs. pred 10 r, *** $p < 0,001$ vs. pred 10 r, ** $p < 0,01$ vs. pred 10 r, * $p < 0,05$ vs. pred 10 r

Tabuľka 17: Porovnanie nutričného príjmu v období tehotenstva s doporučenými dennými dávkami pre tehotné a kojace české ženy I

	DDD v tehotenstve	DDD _r (%)			DDD v období kojenia	DDD _r (%)			
		G1	G2	G3		L1	L2	L3	L4
EI (kcal)	2355	86,0****	84,6****	85,2****	2735,0 ^a 2625,0 ^b 2385,0 ^c	77,7****	79,5****	80,1****	76,6****
Proteíny (g)	58	137,2****	133,8****	131,4****	63	114,3****	118,6****	121,6****	118,7****
Lipidy (g)	30-35 % EI	35,5*	36,2*	36,1**	30-35 % EI	35,3*	35,7*	36,5*	36,9**
Sacharidy (g)	>50 % EI	47,4*	48,5	47,1**	>50% EI	48,6*	47,3	45,8**	47,2
Vláknina (g)	30	70,0****	68,0****	65,0****	30	58,0****	57,7****	58,3****	55,3****
Voda (ml)	2700	108,3****	112,4****	107,2****	3100	102,4	97,6	95,3**	83,8***
Sodík (mg)	618,8	470,9****	474,1****	446,3****	687,5	401,0****	374,3****	368,1****	368,1****
Draslík (mg)	2000	169,1****	162,4	156,1****	2000	135,2****	137,4****	147,5****	144,7****
Vápnik (mg)	1000	102,7**	100,7*	99,1	1000	96,6	91,7	91,0	89,5*
Horčík (mg)	310	136,0****	130,4****	126,1****	390	95,7*	96,2	94,9	92,6**
Fosfor (mg)	800	221,5****	213,9****	210,0****	900	199,4****	188,1****	177,1****	171,9****
Železo (mg)	30	54,3****	53,7****	53,3****	20	84,0****	78,5****	74,5****	73,0****
Zinok (mg)	10	111,0****	106,0****	102,0**	11	90,9****	92,7*	91,8*	91,8*
Meď (mg)	1,0-1,5	120,0****	113,3****	113,3****	1,0-1,6	83,3	83,3	83,3	83,3
Selén (µg)	30,0-70,0	22,3	18,0	14,5	30,0-70,0	23,5	41,8	49,0	36,8
Fluoridy (µg)	3100	37,3****	37,7****	37,1****	3100	42,2****	39,3****	35,3****	32,4****
Jód (µg)	230	30,3****	30,0****	30,5****	260	30,2****	25,3****	23,8****	22,3****

Pozn.: Hodnoty v tabuľke sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode, EI – celkový energetický príjem, DDD - doporučená denná dávka, DDD_r (%) - rozdiel hodnôt súčasnej štúdie s doporučenými dennými dávkami

**** $p < 0,0001$ vs. DDD, *** $p < 0,001$ vs. DDD, ** $p < 0,01$ vs. DDD, * $p < 0,05$ vs. DDD

Tabuľka 18: Porovnanie nutričného príjmu v období tehotenstva s doporučenými dennými dávkami pre tehotné a kojace české ženy II

	DDD v tehotenstve	DDD _r (%)			DDD v období kojenia	DDD _r (%)			
		G1	G2	G3		L1	L2	L3	L4
Vitámín A (µg)	1100	34,6****	33,3****	35,7****	1500	23,1****	25,5****	24,1****	25,1****
Vitámín D (µg)	5	22,0****	22,0****	24,0****	5	20,0****	22,0****	22,0****	20,0****
Vitámín E (mg)	13	73,1****	70,8****	67,7****	17	46,5****	50,0****	47,1****	46,5****
Vitámín B1 (mg)	1,2	116,7****	108,3****	108,3****	1,4	85,7***	85,7*	85,7*	85,7*
Vitámín B2 (mg)	1,5	100,0*	100,0	100,0	1,6	87,5****	87,5****	87,5****	87,5****
Vitámín B3 (mg)	15	212,7****	202,7****	201,3****	17	172,4****	176,5****	183,5****	172,4****
Vitámín B6 (mg)	1,9	100,0	94,7****	89,5****	1,9	84,2****	84,2****	89,5****	84,2****
Vitámín B12 (µg)	3,5	131,4****	128,6****	120,0****	4	112,5****	107,5****	117,5****	115,0****
Kyselina listová (µg)	600	36,0****	34,4****	33,6****	600	29,9****	28,8****	31,1****	30,1****
Vitámín C (mg)	110	115,5****	111,8****	118,5****	150	53,9****	56,1****	60,6****	62,1****

Pozn.: Hodnoty v tabuľke sú vyjadrené v mediánoch (25 %; 75 % percentil).

G1 - 17.-27. týždeň gravidity, G2 - 28.-35. týždeň gravidity, G3 - 36.-38. týždeň gravidity, L1 - obdobie 3 týždne po pôrode, L2 - obdobie 3 mesiace po pôrode, L3 - obdobie 6 mesiacov po pôrode, L4 - obdobie 9 mesiacov po pôrode, DDD - doporučená denná dávka, DDD_r (%) - rozdiel hodnôt súčasnej štúdie s doporučenými dennými dávkami

**** $p < 0,0001$ vs. DDD, *** $p < 0,001$ vs. DDD, * $p < 0,05$ vs. DDD

6.3.5 Korelácie

6.3.5.1 Korelácie v období tehotenstva

Korelácie súvisiace s telesnou kompozíciou

V období tehotenstva množstvo TBW ($r=0,356$ $p=7,1271*10^{-8}$), ECW ($r=0,379$ $p=7,7511*10^{-9}$) a tiež ICW ($r=0,315$ $p=2,1461*10^{-6}$) signifikantne súviselo s nárastom telesnej hmotnosti ženy. Nie len množstvo telesnej vody ale aj zastúpenie tukovej hmoty (FM: $r=0,4013$ $p=8,3952*10^{-10}$; ATM: $r=0,4009$ $p=8,7637*10^{-10}$) a beztukovej hmoty (FFM $r=0,213$ $p=0,0006$; LTM $r=0,225$ $p=0,0023$) prispelo k zvýšeniu hmotnosti gravidnej ženy. Absolútne hodnoty telesnej vody (TBW, ECW, ICW), zastúpenia FFM, LTM a ani FM a ATM nepreukázali súvis s pôrodnými parametrami. Signifikantná súvislosť bola zistená až po indexovaní hodnôt t.j. vyjadrením uvedených parametrov na kg telesnej hmotnosti ženy. Po tejto personalizácii hodnôt, v G3 fáze gravidity, TBW/kg ($r=0,327$ $p=1,2616*10^{-9}$), ECW/kg ($r=0,317$ $p=3,9525*10^{-9}$), ICW/kg ($r=0,320$ $p=2,8807*10^{-9}$) signifikantne asociovali s pôrodnou hmotnosťou plodu na kg hmotnosti ženy (NW/kg). Čím vyššie bolo zastúpenie telesnej vody/kg ženy, tým vyššia bola NW/kg. V období G3, tesne pred pôrodom, bola zistená aj pozitívna korelácia FFM/kg ($r=0,383$ $p=0,0079$) a LTM/kg ($r=0,320$ $p=0,0282$) s NW/kg. FM/kg ($r=-0,560$ $p=0,0081$) a ATM/kg ($r=-0,383$ $p=0,0079$) zaznamenali negatívny súvis s NW/kg v G3 fáze tehotenstva.

Korelácie súvisiace s príjmom nutričov

Príjem proteínov na kg telesnej hmotnosti ženy (PI/kg) v priebehu gravidity signifikantne súvisel s množstvom FFM/kg ($r=0,128$ $p=3,2558*10^{-6}$) a LTM/kg ($r=0,132$ $p=1,4489*10^{-6}$). Zvýšený PI/kg, v G2 a G3 období gravidity, navyše koreloval so zvýšením NW/kg (G2: $r=0,194$ $p=0,0007$; G3: $r=0,122$ $p=0,0341$). Príjem lipidov na kg váhy ženy, v G2 fáze tehotenstva, taktiež významne asocioval s nárastom NW/kg ($r=0,201$ $p=4,6901*10^{-4}$). Celkový energetický príjem na kg telesnej váhy ženy (G1: $r=0,123$ $p=0,044$; G2: $r=0,199$ $p=0,0005$; G3: $r=0,116$ $p=0,0442$) spolu s príjmom sacharidov na kg telesnej váhy ženy (G1: $r=0,125$ $p=0,0449$; G2: $r=0,142$ $p=0,0141$; G3: $r=0,144$ $p=0,0128$) koreloval s NW/kg vo všetkých troch sledovaných obdobiach tehotenstva. Zvýšený príjem energie a uvedených makronutrientov súvisel tiež s WG

ženy v období tehotenstva (EI: $r=0,087$ $p=0,0015$; PI: $r=0,057$ $p=0,0354$; FI: $r=0,058$ $p=0,0339$; CI: $r=0,115$ $p=2,6450*10^{-5}$).

Korelácie súvisiace s REE

REE asocioval s nutričným príjmom na kg hmotnosti ženy (EI: $r=0,096$ $p=4,8809*10^{-4}$; PI: $r=0,073$ $p=0,0080$; FI: $r=0,072$ $p=0,0093$; CI: $r=0,092$ $p=0,0008$) vo všetkých sledovaných obdobiach tehotenstva. V G1 a G2 fáze gravidity REE navyše koreloval s výškou novorodenca (G1: $r=0,392$ $p=0,0113$; G2: $r=0,335$ $p=0,0173$). V závere tehotenstva súvis REE s pôrodnými parametrami zaznamenaný nebol. Okrem už spomenutých parametrov, REE zároveň zaznamenal pozitívny súvis s WG tehotnej ženy ($r=0,511$ $p=7,7017*10^{-16}$). Čím bola žena hmotnejšia, tým vyššia bola hodnota REE. Korelačná analýza potvrdila tiež pozitívnu asociáciu REE s hmotnosťou ženy ($r=0,750$ $p=2,0251*10^{-40}$), jej BMI ($r=0,638$ $p=3,232*10^{-26}$) ako aj ppW ($r=0,612$ $p=1,1025*10^{-23}$) resp. ppBMI ($r=0,480$ $p=8,0708*10^{-14}$). Uvedené predkoncepčné parametre (ppW, ppBMI) nekorelovali ani s WG počas tehotenstva ani s pôrodnými parametrami.

Korelácie súvisiace s dĺžkou gravidity

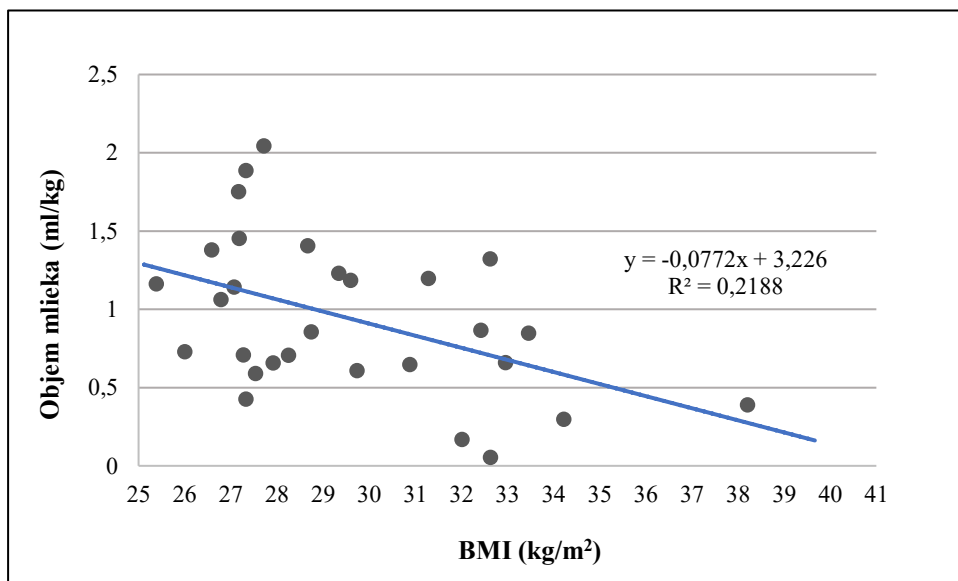
Dĺžka tehotenstva, v deň pôrodu, signifikantne súvisela s pôrodnými parametrami. Čím dlhšie trvalo obdobie gravidity tým vyššia bola váha ($r=0,343$ $p=1,4281*10^{-5}$) a tiež výška ($r=0,499$ $p=7,8003*10^{-11}$) novorodenca.

6.3.5.2 Korelácia v období laktácie (predovšetkým s produkciou materského mlieka)

Za účelom zistenia súvislosti sledovaných parametrov s produkciou mlieka v období laktácie bola vykonaná ďalšia korelačná analýza. Jej výsledky popisujú štatisticky významný súvis objemu mlieka matky (MV) s jej BMI, ktorý bol preukázaný už i v období tesne pred pôrodom (G3 fáza), kedy BMI >25 kg/m² negatívne asociovalo s MV na kg váhy ženy (MV/kg) tri týždne po pôrode (Graf 7). Negatívny súvis týchto parametrov pretrvával i v období kojenia kedy vyššie BMI ($r=-0,216$ $p=0,0074$) korelovalo s nižším objemom produkcie materského mlieka (Graf 8). Toto zistenie dopĺňa tiež štatisticky významný, negatívny, súvis tukovej hmoty (FM: $r=-0,200$ $p=0,0143$;

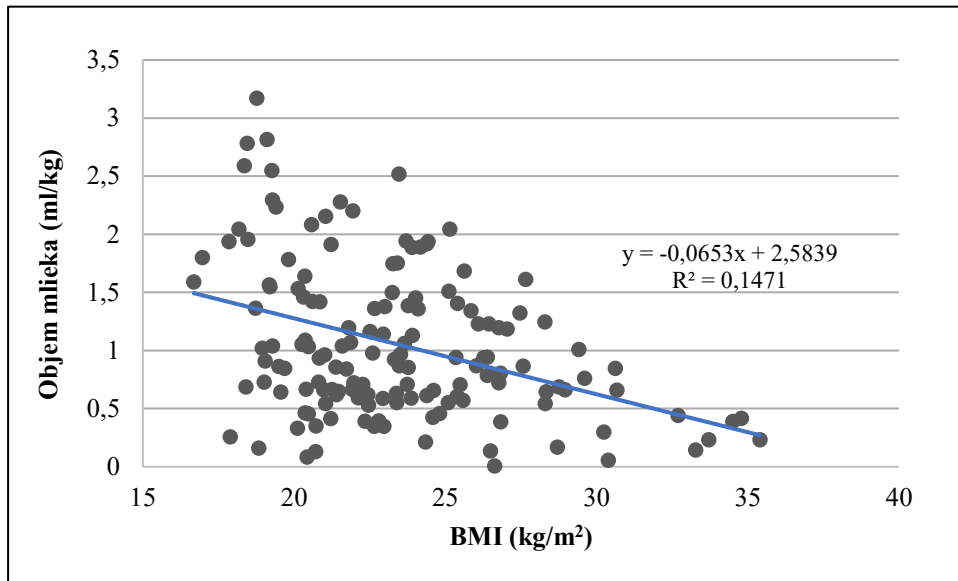
ATM: $r=-0,201$ $p=0,0141$) s MV. Aj po vyjadrení zastúpenia tuku na kg telesnej hmotnosti ženy, FM/kg ($r=0,228$ $p=0,0059$) a ATM/kg ($r=-0,228$ $p=0,0059$) negatívne asociovali s MV/kg. Naopak zastúpenie telesnej vody vyjadrené na kg hmotnosti ženy t.j. TBW/kg ($r=0,216$ $p=0,0093$), ECW/kg ($r=0,256$ $p=0,0020$), ICW/kg ($r=0,201$ $p=0,0156$) ako aj FFM/kg ($r=0,228$ $p=0,0059$) a LTM/kg ($r=0,206$ $p=0,0133$) pozitívne korelovali s MV/kg. FFM/kg ($r=0,074$ $p=0,0463$) a LTM/kg ($r=0,085$ $p=0,0289$) zároveň vykazovali štatisticky významnú asociáciu s PI/kg ($r=0,197$ $p=9,5591*10^{-7}$), ktorý spolu s EI/kg ($r=0,222$ $p=3,3016*10^{-8}$), CI/kg ($r=0,198$ $p=9,7597*10^{-8}$) a FI/kg ($r=0,195$ $p=1,3433*10^{-6}$) signifikantne súvisel s MV/kg. Množstvo tukovej a beztukovej hmoty korelovalo tiež s REE. Korelačné výsledky popísali pri vyššom zastúpení FFM ($r=0,341$ $p=1,5400*10^{-6}$) a LTM ($r=0,363$ $p=2,7387*10^{-7}$) FM ($r=0,366$ $p=2,2414*10^{-7}$) a ATM ($r=0,365$ $p=2,3330*10^{-7}$) vyššie hodnoty REE, u ktorého však v laktácii nebola preukázaná asociácia s produkciou materského mlieka.

Graf 7: Súvis indexu telesnej hmotnosti ženy v období tesne pred pôrodom s produkciou materského mlieka



Pozn.: Lineárna regresia medzi indexom telesnej hmotnosti ženy (BMI>25 kg/m²) v G3 fáze gravidity a produkcie mlieka na kg hmotnosti ženy 3 týždne po pôrode ($p<0,05$).

Graf 8: Súvis indexu telesnej hmotnosti ženy v období laktácie s produkciou materského mlieka



Pozn.: Lineárna regresia medzi indexom telesnej hmotnosti ženy a produkcie mlieka na kg hmotnosti ženy v období laktácie ($p < 0,05$)

7. DISKUSIA

Počas tehotenstva organizmus ženy prechádza mnohými dynamickými zmenami s cieľom zabezpečiť produktu koncepcie optimálne podmienky pre jeho vývoj a pripraviť matku na pôrod a následné obdobie laktácie (151). Pre zhodnotenie zmien materskej body-kompozície bola v tejto štúdiu použitá metóda bioimpedančnej analýzy. K meraniu zmien REE sme použili metódu indirektnej kalorimetrie. Uvedené merania dopĺňala analýza týždenných záznamov nutričného príjmu. Ide tak o prvú štúdiu, ktorá použila spomenutú trojkombináciu metodík u tehotných a kojacich žien v oblasti európskych zemí a zisťovala aká je vzájomná súvislosť vo vzťahu k pôrodným parametrom novorodenca a v dobe laktácie k produkcii materského mlieka.

Z hľadiska zmeny antropometrie, so zvyšujúcim sa štádiom gravidity postupne narastá telesná hmotnosť ženy. WG však nestúpa lineárne. Najpomalší WG je zaznamenaný v prvom trimestri (0,18 kg/týždeň), počas druhého trimestra, dochádza k intenzívnemu vývoju plodu a tak WG činí 0,54 kg/týždeň a v priebehu tretieho trimestra sa hodnoty WG znížia na 0,49 kg/týždeň (6, 11, 12). V tejto štúdiu bola hmotnosť žien prvýkrát vážená zhruba v 23. týždni gravidity, teda o niečo neskôr ako končí prvý trimester. Ak považujem za koniec prvého trimestra 13 týždeň gravidity (11), potom sa váha našich žien do nášho prvého vyšetrenia zvyšovala o 0,53 kg/týždeň. Následne do 31. týždňa, kedy sa konalo druhé vyšetrenie, váha narastala o 0,49 kg/týždeň a od tohto obdobia do 37. týždňa gravidity váha porástla o 0,63 kg/týždeň.

V zameraní sa na WG v období gravidity by mala byť pozornosť sústredená aj na BMI ženy v období pred koncepciou. Žena vstupujúca do tehotenstva s $ppBMI < 18,5 \text{ kg/m}^2$ by počas tohto obdobia mala svoju váhu navýšiť o 12,5-18,0 kg a žena normálnej váhovej kategórie, t.j. $ppBMI 18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$, by mala počas gravidity nabráť 11,5-16,0 kg. WG ženy s nadváhou ($ppBMI 25,0-29,9 \text{ kg/m}^2$) má predstavovať 7,0-11,5 kg a žena s $ppBMI > 30 \text{ kg/m}^2$ by v tehotenstve mala svoju váhu navýšiť o 5,0-9,0 kg (152). V skupine našich žien, vyšetovaných v deň pôrodu, 66,7 % žien malo normálnu ppW , ktorú počas tehotenstva navýšili o 13,2 kg, čo spadá do rozsahu odporúčania kategórie $ppBMI 18,5-24,9 \text{ kg/m}^2$. 25,9 % žien malo pred koncepciou nadváhu a do dňa pôrodu ich WG činil 14,3 kg, čím prevýšili odporúčania WG pre $ppBMI 24,9-29,9 \text{ kg/m}^2$ (hodnoty WG uvádzané v mediánoch). Nakoľko ženy s obezitou (3,7 %) a podvýživou (3,7 %) tvorili minoritu, hodnoty ich WG by neprinesli správne výsledky

a preto s odporúčaniami WG podľa kategorizácie ppBMI neboli porovnávané. Zaujímavým výsledkom však je, že vo vzorke našich žien ppW ani ppBMI nesúviseli s nárastom váhy v tehotenstve, aj keď zahraničné štúdie uvádzajú stav predkoncepčnej telesnej kompozície ako významný faktor celkového WG v období tehotenstva (5).

Pre dodržanie WG v optimálnom rozmedzí, je potrebné sledovať tiež variabilitu zložiek, ktoré sa na WG ženy v období gravidity podieľajú. Okrem samotného produktu koncepcie k WG prispieva aj nárast telesnej vody, beztukovej a tukovej hmoty.

Zastúpenie telesnej vody, počas fyziologicky prebiehajúceho tehotenstva narastá o 5-8 l (5, 33). Retencia vody v tele ženy resp. v materských tkanivách podporuje udržanie správnej homeostázy organizmu a zaisťuje tak správny priebeh samotného pôrodu (43, 153). Istá zahraničná štúdia popisuje najväčší nárast TBW, ICW a ECW v závere tehotenstva pričom navyšovaniu ECW predchádza mierny pokles v prvom trimestri (3). Iná štúdia popisuje postupný nárast TBW, ECW aj ICW čo odpovedá aj našim zisteniam, ktoré zaznamenali kontinuálny nárast telesnej vody (TBW, ECW a ICW) so zvyšujúcim sa štádiom tehotenstva, počas nami sledovaných období (44). Naše zdravé, tehotné ženy zadržovali od prvého vyšetrenia do dňa pôrodu 4,7 l telesnej vody pričom väčší podiel (2,7 l) predstavoval nárast vody vo vnútri buniek a 1,5 l zatupovala mimobunečná voda.

Zvyšovanie telesnej vody v spojení s vývojom plodu prispieva tiež k zmenám zastúpenia FFM, nakoľko TBW predstavuje 73 % hydratáciu FFM (2). V priebehu tehotenstva štúdie popisujú nárast FFM o 5,27 kg (40). Iné štúdie popisujú v 32. týždni tehotenstva 7,1 kg nárast FFM v porovnaní s jeho predkoncepčným zastúpením. V prípade našich žien sa zastúpenie FFM postupne zvyšovalo z hodnoty 35,4 kg, nameranej v 23. gestačnom týždni, k hodnote 39,8 kg v deň pôrodu čo v uvedenom období predstavuje 4,4 kg nárast FFM. Nakoľko nepoznáme stav FFM na začiatku gravidity, ani v období pred koncepciou, nie je možné u našich žien vyčíslit prírastok FFM pre celé obdobie tehotenstva.

Spolu s beztukovou hmotou narastalo aj množstvo tukovej hmoty (FM aj ATM). Pri prvom vyšetrení predstavovalo množstvo ATM 31,0 kg a ku koncu 3. trimestra (37. gestačný týždeň) porástlo o 7,6 kg. Počas sledovaného obdobia gravidity sa o 5,6 kg zvýšilo aj zastúpenie FM, čo súhlasí so štúdiami, ktoré pri WG 9,2-13,6 kg (v našej štúdii 13,5 kg) popísali zvýšenie FM o 1,9 kg-5,8 kg (33-35).

Uvedené parametre neprispievajú len k navýšeniu hmotnosti ženy v období tehotenstva, ale vplývajú aj na výsledné pôrodné parametre novonarodeného jedinca (23).

Vo viacerých zahraničných prácach, na zdravých tehotných ženách, bolo zastúpenie materskej TBW a FFM pozitívne spájané s pôrodnou hmotnosťou novorodenca (3, 28, 45, 46), kdežto množstvo FM s pôrodnou váhou nesúviselo (28, 32). K sčasti podobným zisteniam dospela aj naša štúdia, ktorá v poslednej fáze tehotenstva zaznamenala signifikantný súvis telesnej vody (TBW, ECW, ICW) a beztukovej hmoty (FFM, LTM) vyjadrenej na kg hmotnosti ženy s NW/kg. Korelačná analýza navyše v závere 3. trimestra potvrdila tiež súvis FM/kg a ATM/kg s NW/kg, čo bolo v súlade s výsledkami iných zahraničných štúdií, ktoré taktiež popisujú FM ako dôležitú premennú ovplyvňujúcu NW (154). Nárast FFM poukazuje na podporu vývoja plodu a korešponduje s nutričnými príjmom ženy. Príjem proteínov je hlavnou zložkou, ktorá súvisí so syntézou svalovej hmoty (155). Ukladanie proteínov do novo formujúcich sa tkanív sa najviac prejavuje na konci tretieho trimestra (156) t.j. v čase, kedy bola súvislosť FFM a NW/kg preukázaná aj v našej štúdií. Uvedenú súvislosť navyše podporila signifikantná asociácia PI na kg váhy ženy s NW/kg.

V období po pôrode sa parametre zloženia tela matky menia v rôznych pomeroch (47). V našej štúdií sa 24 hodín po pôrode hodnoty sledovaných parametrov telesného zloženia ženy znížili, no štatistická významnosť bola zaznamenaná iba v poklese telesnej vody a to najmä v množstve ICW, čo môže byť dané stratou tekutín počas pôrodu ako i samotným novorodencom, ktorého hmotnosť formuje z 73,8 % voda (157).

V období laktácie, sa telesná kompozícia našich žien výrazne nemenila, no jej dôležitosť, privedením nového jedinca na svet, neprestáva pretrvávať. To potvrdili aj naše zistenia, ktoré v období kojenia preukázali súvis parametrov materskej body-kompozície s objemom materského mlieka. Dostatočná hydratácia ako aj vyššie zastúpenie FFM/kg zvyšujú MV/kg, kdežto viac FM/kg a teda aj vyššie BMI, MV/kg znižujú. BMI sa ukázala ako zaujímavá premenná súvisiaca s produkciou materského mlieka už v období tesne pred pôrodom, t.j. v čase, kedy je telo ženy pripravené na blížiaci sa pôrod a následné obdobie laktácie. Uvedená korelácia sa týka žien, u ktorých bolo $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ v závere gravidity. Nevzťahovala sa na ženy, ktoré mali v závere tehotenstva $BMI < 25 \text{ kg/m}^2$. Ženy, ktorých BMI ku koncu tehotenstva prevyšovalo hodnotu 25 kg/m^2 mali nižšiu produkciu mlieka na kg váhy matky v období 3 týždne po pôrode. Výsledky navyše popisujú, že ženy, ktoré majú v období krátko pred pôrodom $BMI > 28 \text{ kg/m}^2$ neposkytnú v období troch týždňov po pôrode viac ako 1,5 ml mlieka na kg hmotnosti matky (Graf 7). Tieto zistenia prispeli k novým poznatkom v oblasti produkcie materského mlieka, pretože aj keď viaceré štúdie (158-161) skúmali asociáciu materskej

body-kompozície s produkciou mlieka, podľa našich vedomostí, žiadna z nich, nesledovala vzťah k MV. Niektoré štúdie hodnotili produkciu mlieka na základe váženia matky (162, 163) alebo jej dieťaťa pred a po kojení (164-167). Iné štúdie (48, 122) sledovali 24-hodinovú produkciu mlieka odsátím vzorky (5-10 ml) pred a po kojení v domácom prostredí, čo môže priniesť problém s obdržaním reprezentatívnej vzorky mlieka (164). Taktiež zlé uskladnenie a transport vzorky pred jej analýzou, môže zaniest' subjektívnu chybu do výsledkov uvedených štúdií. V našej práci je za determinantu mliečnej produkcie vnímaný práve MV, ktorý bol získavaný z jedného prsníka, pričom odsávanie mlieka prebiehalo až do jeho úplného vyprázdnenia. Z ohľadom na možné výkyvy produkcie mlieka počas dňa, bolo mlieko odsávané vždy za rovnakých podmienok, čo znižuje skreslenie obdržaných výsledkov.

Hmotnosť, tuková hmota, beztuková hmota a ich zmeny v priebehu tehotenstva odrážajú taktiež stav výživy materského organizmu (168). Nakoľko ich zastúpenie v priebehu gravidity narastá, je potrebné energeticky navýšiť aj nutričný príjem matky (81, 147, 168). Zaujímavým zistením našej práce bolo, že v sledovaných obdobiach gravidity a laktácie sa nutričný príjem žien udržiaval v pomerne stabilných hodnotách. Pri porovnaní výživového príjmu s D-A-CH odporúčaniami, ktoré uvádzajú DDD nutrientov pre tehotné a kojace ženy českej populácie, sme v zameraní sa na EI a príjem základných nutričných substrátov zistili nižšie hodnoty v príjme nutričnej energie o (G1: 14 %; G2: 15,4 %, G3: 14,8 %) a sacharidov o (G1: 2,6 %, G2: 1,5%, G3: 2,9 %). PI naopak prevyšoval potrebu denného príjmu tehotnej ženy o 37,2 %; 33,8%; 31,4% postupne v jednotlivých gestačných obdobiach a FI bol tiež mierne navýšený o (G1: 0,5 %; G2: 1,2 %, G3: 1,1 %). Okrem energie a sacharidov nedostatočný príjem zaznamenali i niektoré mikronutrienty, konkrétne- vláknina, železo, fluoridy, jód, vitamíny A, D, E a kyselina listová. Počas laktácie sa k nedostatku uvedených nutrientov pridala navyše deficitný príjem vápnika, horčíka, zinku, vitamínov skupiny B (B1, B2, B6) a tiež vitamínu C. Tieto deficity pripisujeme skutočnosti, že narodenie dieťaťa prináša do života matky zásadné zmeny, ktoré sa môžu pri starostlivosti o dieťa prejaviť zníženým príjmom stravy. Taktiež nie všetky zložky materskej stravy jej potomkovi vyhovujú a tak sa vylúčenie problémových zložiek stravy môže prejaviť nutričným deficitom.

Keďže výsledky nutričnej analýzy boli ženám prezentované priebežne pri jednotlivých vyšetreniach, zistené deficity boli so ženami skonzultované a boli im poskytnuté rady ako zistené nutričné nedostatky kompenzovať. V tejto súvislosti bol

vypracovaný „Manuál nutričných doporučení“ (menšia vzorka žien, no výsledky hodnotenia boli zrovnateľné so súčasnými výsledkami), t.j. nástroj pre jednoduché a rýchle stanovenie nutričných deficitov českých gravidných a kojacich žien, ktorý má pomôcť odborníkom, ako aj samotným ženám, upraviť výživu, prípadne zvoliť správnu suplementáciu a tým minimalizovať riziko nutričných deficitov.

Pri porovnaní našich výsledkov s výsledkami predchádzajúcej štúdie, ktorá zahŕňala české tehotné ženy (114), sme za uplynulé obdobie preukázali nižší EI a CI. Na rozdiel od uvedeného výskumu, bol v súčasnosti pozorovaný nárast PI a FI v druhom trimestri a na konci tretieho trimestra. Tieto zistenia odrážajú zmenu životného štýlu a stravovania za posledných takmer 10 rokov a podporujú moderný trend, ktorý kladie dôraz na znižovanie CI a preferuje skôr proteínové nutričné zdroje. Na základe obdržaných výsledkov sa tento trend s veľkou pravdepodobnosťou prejavil aj u českých tehotných žien participujúcich v našej štúdii.

Nutričná analýza okrem zistených zmien demonštrovala tiež korelácie nutričného príjmu s pôrodnými parametrami novorodenca a produkciou materského mlieka. Podľa našich výsledkov, na začiatku tretieho trimestra, nutričia matky súvisela s NW/kg. Naše zistenia nie sú v súlade s výsledkami niektorých zahraničných štúdií, ktoré popisujú opak našich zistení (169-172). Iné štúdie dokonca nepozorovali žiadnu významnú súvislosť medzi príjmom makronutrientov u matky s pôrodnými parametrami novorodenca (173-175). Rozdielnosť výsledkov môže byť spôsobená tým, že zahraničné štúdie hodnotili výživu z trojdňových záznamov, na rozdiel od našich 7-dňových záznamov, ktoré podľa nášho názoru poskytujú kvantitatívne presnejšie údaje. Ďalšími faktormi, ktoré mohli ovplyvniť odlišnosť od ostatných štúdií sú napr. iná národnosť a etnická skupina či zloženie potravy. V našej práci sme navyše použili odlišnú formu vyjadrenie nutričného príjmu, t.j. vyjadrenie príjmu nutričov na kg telesnej hmotnosti ženy, čo viac personalizovalo príjmy subjektov a prispelo k zvýšeniu validity výsledkov (171). Výživový príjem matky zohráva dôležitú úlohu aj v období kojenia. Okrem toho, že má vplyv na zloženie mlieka (176) bolo navyše našou štúdiou zistené, že pozitívne koreluje s MV/kg. Vyšší nutričný príjem matky počas laktácie tak súvisí s vyššou produkciou mlieka v tomto období.

Nárast hmotnosti ženy a zvyšujúce sa body-kompozičné parametre súvisiace s nutričným príjmom sa prejavuje tiež zmenou REE ženy. Obdobie gravidity, počas ktorého žena akoby „ŕhá za dvoch“ je spojené s nárastom REE, ktorý potvrdili aj výsledky tejto štúdie. REE signifikantne narastal počas celého sledovaného obdobia

gravidity. V druhom trimestri bola jeho hodnota navýšená o 5,0 % v porovnaní s predikovanou hodnotou REE pred koncepciou. V začiatku posledného trimestra zvýšenie činilo 13,8 % a v závere tehotenstva 20,3 %. Pre možnosť porovnania výsledkov z inými štúdiami sme sčítaním skorej a záverečnej fázy posledného trimestra stanovili nárast REE pre celé obdobie 3. trimestra, ktorý predstavoval hodnotu 17,8 %. Podobné výsledky popisuje britská štúdia, ktorá zaznamenala 7 % nárast REE v 2. trimestri a 20 % nárast REE v 3. trimestri gravidity (99). Naopak výskum na švédskych ženách, ktoré boli vyšetované v blízkych časových obdobiach ako naše ženy, zaznamenal odlišné hodnoty REE a to najmä v poslednom gestačnom trimestri (5 % nárast REE okolo 20. gestačného týždňa; 26 % nárast REE okolo 32. gestačného týždňa a 32 % nárast REE okolo 37. gestačného týždňa) (87). Čo sa týka porovnania súčasnej štúdie a štúdie na českých ženách zhruba pred desiatimi rokmi (vykonávaná členmi našej výskumnej skupiny za využitia rovnakého prístrojového vybavenia) bol v súčasnosti percentuálny nárast REE vyšší v každom období tehotenstva (nárast REE o 2 % v prvom trimestri, o 9 % druhom trimestri a o 17 % v treťom trimestri) (78). Uvedená zmena posledného desaťročia môže súvisieť so zmenami faktorov, ktoré REE ovplyvňujú (napr. antropometria, výživa, fyzická aktivita, sociálny vplyv).

Nárast pokojového metabolizmu počas gravidity je možné vysvetliť zvýšenou prácou srdca, pľúc, či metabolizmom matrice súvisiacim s rastom samotného plodu, ktorého pôrodná veľkosť resp. výška podľa našich výsledkov koreluje s hodnotami REE nameranými v prvom a druhom trimestri gravidity.

Táto štúdia bola limitovaná nasledovne. Počet žien v jednotlivých obdobiach sa líšil nakoľko nebolo jednoduché udržať všetky ženy po celú dobu štúdie (či už s ich zdravotných alebo osobných dôvodov). Variabilita zastúpenia žien v jednotlivých obdobiach tak mohla prispieť k potlačeniu korelácii sledovaných parametrov resp. štatistickej významnej súvislosti medzi nimi. Limitou štúdie je tiež, že ženy neboli vyšetované od začiatku tehotenstva v dôsledku čoho nebol možný detailný popis sledovaných zmien počas celej gravidity aj keď vieme, že na začiatku tehotenstva sú zmeny sledovaných parametrov minimálne. Vyšetrenia neboli u žien realizované ani v období pred koncepciou a k hodnoteniu takéhoto pre-gravidného stavu nebola použitá kontrolná skupina, nakoľko ďalšie vyšetrenia by z časového hľadiska nebolo možné realizovať. Ďalšou limitou štúdie je získavanie MV ako determinanty produkcie materského mlieka. Aj keď mlieko nebolo zbierané počas 24 hodinového intervalu,

považujeme odsávanie po šiestich hodinách nekojenia za presnejšie ako odhadovanie množstva mlieka v priebehu dňa samotnými ženami.

8. ZÁVER

- V období tehotenstva došlo u účastníčok štúdie k zmenám antropometrie, telesného zloženia a pokojového energetického výdaja. Hodnoty uvedených parametrov so zvyšujúcim sa štádiom gravidity narastali, po pôrode poklesli a v jednotlivých fázach laktácie zväčša nezaznamenali významné zmeny. Nárast váhy ženy v skoršej a neskoršej fáze tretieho trimestra pozitívne súvisel s výškou novorodenca.
- Nutričný príjem sa počas tehotenstva aj laktácie zväčša udržiaval v stabilnom trende s malými odchýlkami v príjme mikronutrientov.
- Body-kompozičné parametre (telesná voda, tuková a beztuková hmota) vyjadrené na kg hmotnosti ženy, v období tesne pred pôrodom, pozitívne súviseli s hmotnosťou novorodenca na kg hmotnosti matky. Počas laktácie uvedené parametre pozitívne súvisia s objemom materského mlieka na kg hmotnosti matky. Výnimku tvorí zastúpenie tukovej hmoty, ktorého zvýšenie negatívne asocjuje s objemom materského mlieka na kg jej hmotnosti.
- V období tehotenstva nárast parametrov telesného zloženia, súvisiaci s nutričným príjmom, koreluje s nárastom pokojového energetického výdaja, ktorý navyše v období druhého a začiatku tretieho trimestra, asocjuje s pôrodnou výškou novorodenca.
- Nutričný príjem matky počas tehotenstva pozitívne súvisí s hmotnosťou novorodenca a následne, v období laktácie, aj s objemom produkovaného materského mlieka.
- Počas laktácie vyššie BMI matky korelovalo s nižšou produkciou objemu mlieka. Takáto negatívna korelácia bola preukázaná už i v období tesne pred pôrodom (G3 fáza), kedy $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ negatívne asociovalo s objemom mlieka na kg hmotnosti matky tri týždne po pôrode. Žena, ktorá mala v období tesne pred pôrodom $BMI > 28 \text{ kg/m}^2$ neposkytovala viac ako 1,5 ml materského mlieka na kg svojej hmotnosti v období tri týždne po pôrode.

- Za posledných 10 rokov došlo k zmenám nutriécie u českých tehotných žien (u makronutrientov sa zvýšil príjem proteínov a tukov najmä v druhom trimestri a príjem sacharidov sa znížil v celom období gravidity).
- Z výsledkov je patrné, že nutriícia ovplyvňuje nielen telesnú kompozíciu ženy v období gravidity a laktácie, ale má tiež priamy vzťah k regulácii hmotnosti novorodenca a zároveň súvisí s produkciou materského mlieka.
- Je potrebná ďalšia validačná štúdia, ktorá by preukázala do akej miery je príjem nutrientov počas tehotenstva determinantou hmotnosti novorodenca a v období laktácie tvorby množstva materského mlieka, čo by bolo možné využiť v klinickej praxi k predikcii uvedených parametrov a pri aplikácii aj k ich regulácii.

9. POUŽITÉ SKRATKY

ATM	<i>Adipose tissue mass</i> - hmota tukového tkaniva
BIA	<i>Bioimpedance analysis</i> - bioimpedančná analýza
BIS	<i>Bioimpedance spectroscopy</i> - bioimpedančná spektrokopia
BMI	<i>Body mass index</i> - index telesnej hmotnosti
BMR	<i>Basal metabolic rate</i> - bazálna metabolická podpora
CI	<i>Carbohydrates intake</i> - príjem sacharidov
DDD	doporučná denná dávka
ECW	<i>Extracellular water</i> - extracelulárna tekutina
EI	<i>Energy intake</i> – celkový energetický príjem
FFM	<i>Fat free mass</i> - beztuková hmota
FI	<i>Fat intake</i> - príjem lipidov
FM	<i>Fat mass</i> - tuková hmota
IC	<i>Indirect calorimetry</i> – indirektná kalorimetria
ICW	<i>Intracellular water</i> - intracelulárna tekutina
LTM	<i>Lean tissue mass</i> - netučná hmota
MV	<i>Milk volume</i> - objem mlieka
NRQ	<i>Non-protein respiratory quotient</i> - neproteínový respiračný kvocient
NW	<i>Newborn weight</i> - pôrodná váha
PI	<i>Protein intake</i> - príjem proteínov
ppBMI	<i>Pre-pregnancy body mass index</i> - pre-gravidný index telesnej hmotnosti
ppW	<i>Pre-pregnancy weight</i> - pre-gravidná hmotnosť
R	<i>Resistance</i> – rezistencia
RQ	Respiratory kvotient – respiračný kvocient
REE	<i>Resting energy expenditure</i> - pokojový energetický výdaj
TBW	<i>Total body water</i> - celková telesná voda
TEE	<i>Total energy expenditure</i> - celkový energetický výdaj

VCO ₂	objem vydychovaného oxidu uhličitého
VO ₂	objem vdychovaného kyslíka
WG	<i>Weight gain</i> - váhový prírastok
X _c	<i>Reactance</i> - reaktancia
Z	<i>Impedance</i> - impedancia

10. ZOZNAM TABULIEK, OBRÁZKOV A GRAFOV

10.1 Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Odporúčania prírastku váhy počas tehotenstva podľa predkoncepčného BMI ženy	15
Tabuľka 2: Množstvo telesnej vody u žien s normálnym tehotenstvom a gestačnou hypertenziou.....	20
Tabuľka 3: Zmeny zastúpenia telesnej vody v popôrodnom období.....	21
Tabuľka 4: Kumulatívny nárast bazálneho metabolizmu tehotných žien vo vyspelých a rozvojových krajinách.....	32
Tabuľka 5: Predikčné rovnice pokojového metabolizmu pre dospelých jedincov	35
Tabuľka 6: Prehľad výživových referenčných hodnôt energetického navýšenia v období tehotenstva	39
Tabuľka 7: Odporúčané denné príjmy vitamínu D niektorých európskych krajinách ...	42
Tabuľka 8: Doporučené denné dávky nutrientov pre české ženy	45
Tabuľka 9: Základná charakteristika žien v období tehotenstva a laktácie	57
Tabuľka 10: Zmeny telesného zloženia žien v období tehotenstva a laktácie.....	60
Tabuľka 11: Zmeny pokojového energetického metabolizmu v období tehotenstva a laktácie	62
Tabuľka 12: Zmeny oxidácii nutrientov v období tehotenstva a laktácie.....	63
Tabuľka 13: Denný príjem nutrientov v období tehotenstva a laktácie I	69
Tabuľka 14: Denný príjem nutrientov v období tehotenstva a laktácie II	69
Tabuľka 15: Denný príjem nutrientov v období tehotenstva a laktácie III.....	70
Tabuľka 16: Porovnanie súčasného výživového príjmu s výsledkami predchádzajúcej štúdie.....	72
Tabuľka 17: Porovnanie nutričného príjmu v období tehotenstva s doporučenými dennými dávkami pre tehotné a kojace české ženy I.....	73
Tabuľka 18: Porovnanie nutričného príjmu v období tehotenstva s doporučenými dennými dávkami pre tehotné a kojace české ženy II	74

10.2 Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Zložky podieľajúce sa na priemernom náraste váhy počas tehotenstva	14
Obrázok 2: Zmeny telesnej kompozície v tehotenstve na základe BMI kategorizácie ..	18
Obrázok 3: Zmeny telesnej kompozície počas tehotenstva	19
Obrázok 4: Princíp bioimpedančnej analýzy	22
Obrázok 5: Grafické zobrazenie vzťahu bioimpedančných parametrov	24
Obrázok 6: Stanovenie mimobunkovej a celkovej telesnej vody	24
Obrázok 7: Vzťah pre odvodenie množstva vnútrobunkovej tekutiny	25
Obrázok 8: Priemerné hodnoty bazálneho metabolizmu v období tehotenstva u žien s rôznym predkoncepčným indexom telesnej hmotnosti	29
Obrázok 9: Pokojový energetický výdaj u žien s normálnou váhou a nadváhou počas tehotenstva	30
Obrázok 10: Zmeny bazálneho metabolizmu počas tehotenstva u žien s rôznym predkoncepčným indexom telesnej hmotnosti.....	33
Obrázok 11: Schematické zobrazenie princípu nepriamej kalorimetrie	37
Obrázok 12: Body Composition monitor (Fresenius Medical Care, Nemecko).....	48
Obrázok 13: Správne umiestnenie elektród	49
Obrázok 14: Kalorimeter Vmax Series.....	54

10.3 Zoznam grafov

Graf 1: Zmeny telesnej váhy žien v priebehu sledovaných období.....	58
Graf 2: Zmeny indexu telesnej hmotnosti žien v priebehu sledovaných období.....	58
Graf 3: Zmeny pokojového energetického výdaja v sledovaných obdobiach	64
Graf 4: Zmeny oxidácie sacharidov v sledovaných obdobiach	64
Graf 5: Zmeny oxidácie lipidov v sledovaných obdobiach	65
Graf 6: Zmeny oxidácie proteínov v sledovaných obdobiach	65
Graf 7: Súvis indexu telesnej hmotnosti ženy v období tesne pred pôrodom s produkciou materského mlieka	77
Graf 8: Súvis indexu telesnej hmotnosti ženy v období laktácie s produkciou materského mlieka	78

11. PREHĽAD PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI

Najpaverova S, Kovarik M, Kacerovsky M, Zadak Z, Hronek M. Correlation between body composition, nutritional status, and breast-milk production in Czech mothers: A longitudinal observational study – v review procese

Najpaverova S, Kovarik M, Kacerovsky M, Zadak Z, Hronek M. The Relationship of Nutritional Energy and Macronutrient Intake with Pregnancy Outcomes in Czech Pregnant Women. *Nutrients*. 2020 Apr 20;12(4):1152. doi: 10.3390/nu12041152. PMID: 32325979; PMCID: PMC7230203. IF= 4.171

Kovarik M, Najpaverova S, Koblizek V, Zadak Z, Hronek M. Association of resting energy expenditure and nutritional substrate oxidation with COPD stage and prediction indexes. *Respir Med*. 2020 Nov-Dec;174:106174. doi: 10.1016/j.rmed.2020.106174. Epub 2020 Oct 7. PMID: 33086136. IF= 3.095

Joskova V, Patkova A, Havel E, Najpaverova S, Uramova D, Kovarik M, Zadak Z, Hronek M. The bioimpedance spectroscopy as useful tool for measuring the fluid excess and fluid management in severe polytrauma patients. *Physiol Res*. 2019 Apr 30;68(2):255-264. doi: 10.33549/physiolres.933953. Epub 2019 Jan 10. PMID: 30628832. IF=1.324

Patkova A, Joskova V, Havel E, Najpaverova S, Uramova D, Kovarik M, Zadak Z, Hronek M. Prognostic value of respiratory quotients in severe polytrauma patients with nutritional support. *Nutrition*. 2018;49:90-95. IF= 3.420

Joskova V, Patkova A, Havel E, Najpaverova S, Uramova D, Kovarik M, Zadak Z, Hronek M. Critical evaluation of muscle mass loss as a prognostic marker of morbidity in critically ill patients and methods for its determination. *J Rehabil Med*. 2018 Aug 22;50(8):696-704. doi: 10.2340/16501977-2368. PMID: 30080234. IF= 1.802

12. PREZENTÁCIE NA KONFERENCIÁCH

Association of maternal anthropometric parameters and nutrition with milk production during lactation. Prezentácia na 11. Postgraduálnej a 9. postdoktorantskej konferencii, Hradec Králové, Česká republika, 27.-28. január 2021

Vzťah nutričného príjmu energie a makronutrientov ku kludovému energetickému metabolizmu a pôrodným parametrom u českých tehotných žien. Posterová prezentácia na XXII. Sympoziu klinické farmacie René Macha, on-line, Česká republika, 20.-21. november 2020

The relationship of maternal nutrition with resting energy expenditure and pregnancy outcomes in Czech pregnant women. 2020 ESPEN Virtual Congress on Clinical Nutrition and Metabolism, Lyon, Francúzsko, 19.-21. september 2020

Príjem nutričnej energie a makronutrientov vo vzťahu ku kludovému energetickému metabolizmu a pôrodným parametrom u českých tehotných žien. Posterová prezentácia na 96. Fyziologických dňoch, Martin, Slovenská republika, 4.-6. február 2020

Maternal nutritional intake in relationship with pregnancy outcomes in czech pregnant women. Prezentácia na 10. Postgraduálnej a 8. postdoktorantskej konferencii, Hradec Králové, Česká republika, 22.-23. január 2020

Changes in nutritional energy and substrate intake in pregnant Czech women in the last decade. Posterová prezentácia na 41st ESPEN- European Society of Clinical Nutrition and Metabolism Congress, Krakow, Poľsko, 31. august-3. september 2019

Zmeny príjmu energie a nutričných substrátov u tehotných žien za posledných 10 rokov. Posterová prezentácia na 95. Fyziologických dňoch, Praha, Česká republika, 5.-7. február 2019

Nutričný príjem energie a substrátov, ich zmeny u gravidných žien v priebehu poslednej dekády. 9. Postgraduálnej a 7. postdoktorantskej konferencii, Hradec Králové, Česká republika, 23.-24. január 2019

Klinické využití bioimpedanční spektroskopie k indikaci kortikosteroidní terapie u těhotných žen po předčasném odtoku plodové vody – pilotní studie. Posterová prezentácia

na XX. Sympoziu klinické farmacie René Macha, Mikulov, Česká republika,
23.-24. november 2018

13. ĎALŠIE ODBORNÉ AKTIVITY

13.1 Oponentské posudky bakalárskych prác

Neubauerová, Iva. Význam príjmu kalcia a magnézia v dobe gravidity. Hradec Králové, 2020. Bakalárska práca (Bc.). Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biologických a lekárskeých vied, 3. jún 2020.

Šebestová, Gabriela. Vliv výživy u kojících žen na složení mateřského mléka. Hradec Králové, 2018. Bakalárska práca (Bc.). Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biologických a lekárskeých vied, 10. september 2018.

13.2 Iné

Najpaverova S, Hronek M, Manuálu nutričních doporučení (súčasť Manuál riešenia nutričních deficitov u zdravých, českých, tehotných a kojících žien. 2021, Grant GAUK)

14. POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Bosaeus M, Andersson-Hall U, Andersson L, Karlsson T, Ellegård L, Holmäng A. Body Composition During Pregnancy: Longitudinal Changes and Method Comparisons. *Reprod Sci.* 2020;27(7):1477-89.
2. Widen EM, Gallagher D. Body composition changes in pregnancy: measurement, predictors and outcomes. *Eur J Clin Nutr.* 2014;68(6):643-52.
3. Larciprete G, Valensise H, Vasapollo B, Altomare F, Sorge R, Casalino B, et al. Body composition during normal pregnancy: reference ranges. *Acta Diabetol.* 2003;40 Suppl 1:S225-32.
4. Pitkin RM. Nutritional support in obstetrics and gynecology. *Clin Obstet Gynecol.* 1976;19(3):489-513.
5. Lederman SA, Paxton A, Heymsfield SB, Wang J, Thornton J, Pierson RN, Jr. Body fat and water changes during pregnancy in women with different body weight and weight gain. *Obstet Gynecol.* 1997;90(4 Pt 1):483-8.
6. Champion ML, Harper LM. Gestational Weight Gain: Update on Outcomes and Interventions. *Curr Diab Rep.* 2020;20(3):11.
7. Institute of M, National Research Council Committee to Reexamine IOMPWG. The National Academies Collection: Reports funded by National Institutes of Health. In: Rasmussen KM, Yaktine AL, editors. *Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines.* Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright © 2009, National Academy of Sciences.; 2009.
8. National Research Council Subcommittee on N, Diarrheal Diseases C, National Research Council Subcommittee on Diet PA, Pregnancy O. *Nutrition Issues in Developing Countries: Part I: Diarrheal Diseases: Part II: Diet and Activity During Pregnancy and Lactation.* Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright © National Academy of Sciences.; 1992.
9. Cedergren M. Effects of gestational weight gain and body mass index on obstetric outcome in Sweden. *Int J Gynaecol Obstet.* 2006;93(3):269-74.
10. Li C, Zeng L, Wang D, Dang S, Chen T, Watson V, et al. Effect of maternal pre-pregnancy BMI and weekly gestational weight gain on the development of infants. *Nutr J.* 2019;18(1):6.

11. Amorim AR, Linné Y, Kac G, Lourenço PM. Assessment of weight changes during and after pregnancy: practical approaches. *Matern Child Nutr.* 2008;4(1):1-13.
12. Wang C, Wei Y, Zhang X, Zhang Y, Xu Q, Sun Y, et al. A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women. *Am J Obstet Gynecol.* 2017;216(4):340-51.
13. Abrams B, Carmichael S, Selvin S. Factors associated with the pattern of maternal weight gain during pregnancy. *Obstet Gynecol.* 1995;86(2):170-6.
14. Widen EM, Factor-Litvak PR, Gallagher D, Paxton A, Pierson RN, Jr., Heymsfield SB, et al. The Pattern of Gestational Weight Gain is Associated with Changes in Maternal Body Composition and Neonatal Size. *Matern Child Health J.* 2015;19(10):2286-94.
15. Brown JE, Murtaugh MA, Jacobs DR, Jr., Margellos HC. Variation in newborn size according to pregnancy weight change by trimester. *Am J Clin Nutr.* 2002;76(1):205-9.
16. Hutcheon JA, Platt RW, Abrams B, Himes KP, Simhan HN, Bodnar LM. A weight-gain-for-gestational-age z score chart for the assessment of maternal weight gain in pregnancy. *Am J Clin Nutr.* 2013;97(5):1062-7.
17. Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, Misso M, Boyle JA, Black MH, et al. Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Jama.* 2017;317(21):2207-25.
18. Hoover EA, Louis JM. Optimizing Health: Weight, Exercise, and Nutrition in Pregnancy and Beyond. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2019;46(3):431-40.
19. Gilmore LA, Klempel-Donchenko M, Redman LM. Pregnancy as a window to future health: Excessive gestational weight gain and obesity. *Semin Perinatol.* 2015;39(4):296-303.
20. Skrypnik D, Bogdański P, Zawiejska A, Wender-Ożegowska E. Role of gestational weight gain, gestational diabetes, breastfeeding, and hypertension in mother-to-child obesity transmission. *Pol Arch Intern Med.* 2019;129(4):267-75.
21. Wang N, Ding Y, Wu J. Effects of pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain on neonatal birth weight in women with gestational diabetes mellitus. *Early Hum Dev.* 2018;124:17-21.
22. McDowell M, Cain MA, Brumley J. Excessive Gestational Weight Gain. *J Midwifery Womens Health.* 2019;64(1):46-54.

23. Kominiarek MA, Saade G, Mele L, Bailit J, Reddy UM, Wapner RJ, et al. Association Between Gestational Weight Gain and Perinatal Outcomes. *Obstet Gynecol.* 2018;132(4):875-81.
24. Sun Y, Shen Z, Zhan Y, Wang Y, Ma S, Zhang S, et al. Effects of pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain on maternal and infant complications. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2020;20(1):390.
25. Abrams B, Altman SL, Pickett KE. Pregnancy weight gain: still controversial. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(5 Suppl):1233s-41s.
26. Brown A, Avery A. Healthy weight management during pregnancy: what advice and information is being provided. *J Hum Nutr Diet.* 2012;25(4):378-87.
27. Maddah M, Nikooyeh B. Weight retention from early pregnancy to three years postpartum: a study in Iranian women. *Midwifery.* 2009;25(6):731-7.
28. Farah N, Stuart B, Donnelly V, Kennelly MM, Turner MJ. The influence of maternal body composition on birth weight. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2011;157(1):14-7.
29. Moore VM, Davies MJ, Willson KJ, Worsley A, Robinson JS. Dietary composition of pregnant women is related to size of the baby at birth. *J Nutr.* 2004;134(7):1820-6.
30. Wanjohi MN, Ogada I, Wekesah FM, Khayeka-Wandabwa C, Kimani-Murage EW. Relationship between maternal body composition during pregnancy and infant's birth weight in Nairobi informal settlements, Kenya. *BMJ Nutr Prev Health.* 2020;3(2):151-61.
31. Most J, Marlatt KL, Altazan AD, Redman LM. Advances in assessing body composition during pregnancy. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72(5):645-56.
32. Butte NF, Ellis KJ, Wong WW, Hopkinson JM, Smith EO. Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight. *Am J Obstet Gynecol.* 2003;189(5):1423-32.
33. Forsum E, Sadurskis A, Wager J. Resting metabolic rate and body composition of healthy Swedish women during pregnancy. *Am J Clin Nutr.* 1988;47(6):942-7.
34. Lindsay CA, Huston L, Amini SB, Catalano PM. Longitudinal changes in the relationship between body mass index and percent body fat in pregnancy. *Obstet Gynecol.* 1997;89(3):377-82.

35. Kopp-Hoolihan LE, van Loan MD, Wong WW, King JC. Fat mass deposition during pregnancy using a four-component model. *J Appl Physiol* (1985). 1999;87(1):196-202.
36. Norgan NG. The beneficial effects of body fat and adipose tissue in humans. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1997;21(9):738-46.
37. Rojas-Rodriguez R, Lifshitz LM, Bellve KD, Min SY, Pires J, Leung K, et al. Human adipose tissue expansion in pregnancy is impaired in gestational diabetes mellitus. *Diabetologia*. 2015;58(9):2106-14.
38. McClure CK, Catov J, Ness R, Schwarz EB. Maternal visceral adiposity by consistency of lactation. *Matern Child Health J*. 2012;16(2):316-21.
39. Wang Y, Mao J, Wang W, Qiou J, Yang L, Chen S. Maternal fat free mass during pregnancy is associated with birth weight. *Reprod Health*. 2017;14(1):47.
40. Villar J, Cogswell M, Kestler E, Castillo P, Menendez R, Repke JT. Effect of fat and fat-free mass deposition during pregnancy on birth weight. *Am J Obstet Gynecol*. 1992;167(5):1344-52.
41. Lof M, Forsum E. Hydration of fat-free mass in healthy women with special reference to the effect of pregnancy. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(4):960-5.
42. Pipe NG, Smith T, Halliday D, Edmonds CJ, Williams C, Coltart TM. Changes in fat, fat-free mass and body water in human normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*. 1979;86(12):929-40.
43. da Silva EG, Carvalhaes MA, Hiraoka HS, da Silva EG, Peraçoli JC. Bioimpedance in pregnant women with preeclampsia. *Hypertens Pregnancy*. 2010;29(4):357-65.
44. Valensise H, Andreoli A, Lello S, Magnani F, Romanini C, De Lorenzo A. Multifrequency bioelectrical impedance analysis in women with a normal and hypertensive pregnancy. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):780-3.
45. Lederman SA, Paxton A, Heymsfield SB, Wang J, Thornton J, Pierson RN, Jr. Maternal body fat and water during pregnancy: do they raise infant birth weight? *Am J Obstet Gynecol*. 1999;180(1 Pt 1):235-40.
46. Ghezzi F, Franchi M, Balestreri D, Lischetti B, Mele MC, Alberico S, et al. Bioelectrical impedance analysis during pregnancy and neonatal birth weight. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2001;98(2):171-6.
47. Cho GJ, Yoon HJ, Kim EJ, Oh MJ, Seo HS, Kim HJ. Postpartum changes in body composition. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(12):2425-8.

48. Bzikowska-Jura A, Czerwonogrodzka-Senczyna A, Ołędzka G, Szostak-Węgierek D, Weker H, Wesołowska A. Maternal Nutrition and Body Composition During Breastfeeding: Association with Human Milk Composition. *Nutrients*. 2018;10(10).
49. Mialich MS, Sicchieri JMF, Junior AAJ. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Clinical Nutrition*. 2014;2(1):1-10.
50. Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, Horie LM, Corrêa FG, Barrere APN, et al. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*. 2019;62:25-31.
51. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr*. 1985;41(4):810-7.
52. Earthman C, Traughber D, Dobratz J, Howell W. Bioimpedance spectroscopy for clinical assessment of fluid distribution and body cell mass. *Nutr Clin Pract*. 2007;22(4):389-405.
53. Van Loan MD, Kopp LE, King JC, Wong WW, Mayclin PL. Fluid changes during pregnancy: use of bioimpedance spectroscopy. *J Appl Physiol (1985)*. 1995;78(3):1037-42.
54. Lof M, Forsum E. Evaluation of bioimpedance spectroscopy for measurements of body water distribution in healthy women before, during, and after pregnancy. *J Appl Physiol (1985)*. 2004;96(3):967-73.
55. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*. 2000;80(2):649-80.
56. Earthman CP. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside: A Tutorial on Research Considerations and Clinical Applications. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2015;39(7):787-822.
57. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23(5):1226-43.
58. Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors (Basel)*. 2014;14(6):10895-928.

59. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN, Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr.* 2005;82(1):49-52.
60. Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2017;24(5):310-4.
61. Buendia R, Seoane F, Lindcrantz K, Bosaeus I, Gil-Pita R, Johannsson G, et al. Estimation of body fluids with bioimpedance spectroscopy: state of the art methods and proposal of novel methods. *Physiol Meas.* 2015;36(10):2171-87.
62. Piccoli A, Pastori G, Guizzo M, Rebeschini M, Naso A, Cascone C. Equivalence of information from single versus multiple frequency bioimpedance vector analysis in hemodialysis. *Kidney Int.* 2005;67(1):301-13.
63. Smith S, Madden AM. Body composition and functional assessment of nutritional status in adults: a narrative review of imaging, impedance, strength and functional techniques. *J Hum Nutr Diet.* 2016;29(6):714-32.
64. Wasyluk W, Wasyluk M, Zwolak A, Łuczyk RJ. Limits of body composition assessment by bioelectrical impedance analysis (BIA). 2019. 2019;9(8):10.
65. Gudivaka R, Schoeller D, Kushner RF. Effect of skin temperature on multifrequency bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol (1985).* 1996;81(2):838-45.
66. Liang MT, Norris S. Effects of skin blood flow and temperature on bioelectric impedance after exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(11):1231-9.
67. Pinto LW, Gandra SV, Alves MdC, Gomes I, Sternick EB. Bioelectrical impedance analysis of body composition: influence of a newly implanted cardiac device. *Journal of Electrical Bioimpedance.* 2017;8(1):60-5.
68. Coppini LZ, Waitzberg DL, Campos AC. Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2005;8(3):329-32.
69. Pichler GP, Amouzadeh-Ghadikolai O, Leis A, Skrabal F. A critical analysis of whole body bioimpedance spectroscopy (BIS) for the estimation of body compartments in health and disease. *Med Eng Phys.* 2013;35(5):616-25.
70. Buendía R, Bogóñez-Franco P, Nescolarde L, Seoane F. Influence of electrode mismatch on Cole parameter estimation from total right side electrical bioimpedance spectroscopy measurements. *Med Eng Phys.* 2012;34(7):1024-8.
71. Elia M. The bioimpedance 'craze'. *Eur J Clin Nutr.* 1993;47(12):825-7.

72. Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect Calorimetry in Clinical Practice. *J Clin Med*. 2019;8(9).
73. Williamson CS. *Nutrition in Pregnancy*. London, UK: British Nutrition Foundation; 2006.
74. Savard C, Lebrun A, O'Connor S, Fontaine-Bisson B, Haman F, Morisset AS. Energy expenditure during pregnancy: a systematic review. *Nutr Rev*. 2021;79(4):394-409.
75. Kopp-Hoolihan LE, van Loan MD, Wong WW, King JC. Longitudinal assessment of energy balance in well-nourished, pregnant women. *Am J Clin Nutr*. 1999;69(4):697-704.
76. King JC. Physiology of pregnancy and nutrient metabolism. *Am J Clin Nutr*. 2000;71(5 Suppl):1218s-25s.
77. Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract*. 2007;22(4):377-88.
78. Hronek M, Zadak Z, Hrnčiariková D, Hyspler R, Tichá A. New equation for the prediction of resting energy expenditure during pregnancy. *Nutrition*. 2009;25(9):947-53.
79. Institute of Medicine (US) Committee on Nutritional Status During Pregnancy and Lactation. Energy Requirements, Energy Intake, and Associated Weight Gain during Pregnancy. In *Nutrition During Pregnancy* [online]. Washington (DC): National Academies Press (US); 1990. p. 480. [cited 2018 June 15]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235247/>
80. Bzikowska-Jura A, Szulińska A, Szostak-Węgierek D. Resting Energy Expenditure during Breastfeeding: Body Composition Analysis vs. Predictive Equations Based on Anthropometric Parameters. *Nutrients*. 2020;12(5).
81. Most J, Dervis S, Haman F, Adamo KB, Redman LM. Energy Intake Requirements in Pregnancy. *Nutrients*. 2019;11(8).
82. Forsum E, Löf M. Energy metabolism during human pregnancy. *Annu Rev Nutr*. 2007;27:277-92.
83. Butte NF. Energy requirements during pregnancy and consequences of deviations from requirement on fetal outcome. *Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program*. 2005;55:49-67; discussion -71.
84. Butte NF, Wong WW, Treuth MS, Ellis KJ, O'Brian Smith E. Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *Am J Clin Nutr*. 2004;79(6):1078-87.

85. Bugatto F, Quintero-Prado R, Vilar-Sánchez JM, Perdomo G, Torrejón R, Bartha JL. Prepregnancy body mass index influences lipid oxidation rate during pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2017;96(2):207-15.
86. Hronek M, Klemera P, Tosner J, Hrnčiarikova D, Zadák Z. Anthropometric measured fat-free mass as essential determinant of resting energy expenditure for pregnant and non-pregnant women. *Nutrition.* 2011;27(9):885-90.
87. Lof M, Olausson H, Bostrom K, Janerot-Sjöberg B, Sohlstrom A, Forsum E. Changes in basal metabolic rate during pregnancy in relation to changes in body weight and composition, cardiac output, insulin-like growth factor I, and thyroid hormones and in relation to fetal growth. *Am J Clin Nutr.* 2005;81(3):678-85.
88. Bronstein MN, Mak RP, King JC. Unexpected relationship between fat mass and basal metabolic rate in pregnant women. *Br J Nutr.* 1996;75(5):659-68.
89. Prentice AM, Spaaij CJ, Goldberg GR, Poppitt SD, van Raaij JM, Totton M, et al. Energy requirements of pregnant and lactating women. *Eur J Clin Nutr.* 1996;50 Suppl 1:S82-110; discussion S10-1.
90. Poppitt SD, Prentice AM, Jéquier E, Schutz Y, Whitehead RG. Evidence of energy sparing in Gambian women during pregnancy: a longitudinal study using whole-body calorimetry. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(3):353-64.
91. Human energy requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation [online]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2004 [cited 2021 June 28]. Available from: <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e.pdf>
92. Butte NF, King JC. Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutr.* 2005;8(7a):1010-27.
93. Lawrence M, Coward WA, Lawrence F, Cole TJ, Whitehead RG. Fat gain during pregnancy in rural African women: the effect of season and dietary status. *Am J Clin Nutr.* 1987;45(6):1442-50.
94. Durnin JV, McKillop FM, Grant S, Fitzgerald G. Energy requirements of pregnancy in Scotland. *Lancet.* 1987;2(8564):897-900.
95. van Raaij JM, Vermaat-Miedema SH, Schonk CM, Peek ME, Hautvast JG. Energy requirements of pregnancy in The Netherlands. *Lancet.* 1987;2(8565):953-5.
96. Spaaij CJ, van Raaij JM, Van der Heijden LJ, Schouten FJ, Drijvers JJ, De Groot LC, et al. No substantial reduction of the thermic effect of a meal during pregnancy in well-nourished Dutch women. *Br J Nutr.* 1994;71(3):335-44.

97. de Groot LC, Boekholt HA, Spaaij CK, van Raaij JM, Drijvers JJ, van der Heijden LJ, et al. Energy balances of healthy Dutch women before and during pregnancy: limited scope for metabolic adaptations in pregnancy. *Am J Clin Nutr.* 1994;59(4):827-32.
98. Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, Westerterp K. Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(2):334-42.
99. Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, Davies HL, Murgatroyd PR, Wensing C, et al. Longitudinal assessment of energy expenditure in pregnancy by the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr.* 1993;57(4):494-505.
100. Thongprasert K, Tanphaichitre V, Valyasevi A, Kittigool J, Durnin JV. Energy requirements of pregnancy in rural Thailand. *Lancet.* 1987;2(8566):1010-2.
101. Tuazon MA, van Raaij JM, Hautvast JG, Barba CV. Energy requirements of pregnancy in the Philippines. *Lancet.* 1987;2(8568):1129-31.
102. Bender RL, Williams HS, Dufour DL. No change in energy efficiency in lactation: Insights from a longitudinal study. *Am J Hum Biol.* 2017;29(6).
103. Melzer K, Schutz Y, Boulvain M, Kayser B. Pregnancy-related changes in activity energy expenditure and resting metabolic rate in Switzerland. *Eur J Clin Nutr.* 2009;63(10):1185-91.
104. de Sousa TM, Maioli TU, Dos Santos ALS, Dos Santos LC. Energy expenditure in the immediate postpartum period: Indirect calorimetry versus predictive equations. *Nutrition.* 2017;39-40:36-42.
105. Spaaij CJ, van Raaij JM, de Groot LC, van der Heijden LJ, Boekholt HA, Hautvast JG. Effect of lactation on resting metabolic rate and on diet- and work-induced thermogenesis. *Am J Clin Nutr.* 1994;59(1):42-7.
106. Sadurskis A, Kabir N, Wager J, Forsum E. Energy metabolism, body composition, and milk production in healthy Swedish women during lactation. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(1):44-9.
107. Blackburn MW, Calloway DH. Heart rate and energy expenditure of pregnant and lactating women. *Am J Clin Nutr.* 1985;42(6):1161-9.
108. Motil KJ, Montandon CM, Garza C. Basal and postprandial metabolic rates in lactating and nonlactating women. *Am J Clin Nutr.* 1990;52(4):610-5.
109. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(5):775-89.

110. Kross EK, Sena M, Schmidt K, Stapleton RD. A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy expenditure in critically ill patients. *J Crit Care*. 2012;27(3):321.e5-12.
111. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy. *EFSA Journal* 2013;11(1):3005. [112 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2013.3005. [cited 2021 June 29] Available from: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2013.3005>
112. Roza AM, Shizgal HM. The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*. 1984;40(1):168-82.
113. Gupta RD, Ramachandran R, Venkatesan P, Anoop S, Joseph M, Thomas N. Indirect Calorimetry: From Bench to Bedside. *Indian J Endocrinol Metab*. 2017;21(4):594-9.
114. Hronek M, Doubkova P, Hrcniarikova D, Zadak Z. Dietary intake of energy and nutrients in relation to resting energy expenditure and anthropometric parameters of Czech pregnant women. *Eur J Nutr*. 2013;52(1):117-25.
115. Schadewaldt P, Nowotny B, Strassburger K, Kotzka J, Roden M. Indirect calorimetry in humans: a postcalorimetric evaluation procedure for correction of metabolic monitor variability. *Am J Clin Nutr*. 2013;97(4):763-73.
116. Rattanachaiwong S, Singer P. Indirect calorimetry as point of care testing. *Clin Nutr*. 2019;38(6):2531-44.
117. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism*. 1988;37(3):287-301.
118. Zadák Z. 3.1.1 Metoda indirektní kalorimetrie a její použití v klinice. In: Zadák Z. *Výživa v intenzivní péči*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing a.s.; 2002. p. 35-7.
119. Matarese LE. Indirect calorimetry: technical aspects. *J Am Diet Assoc*. 1997;97(10 Suppl 2):S154-60.
120. da Rocha EE, Alves VG, da Fonseca RB. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(3):247-56.
121. Kominiarek MA, Rajan P. Nutrition Recommendations in Pregnancy and Lactation. *Med Clin North Am*. 2016;100(6):1199-215.
122. Bzikowska-Jura A, Sobieraj P, Szostak-Węgierek D, Wesółowska A. Impact of Infant and Maternal Factors on Energy and Macronutrient Composition of Human Milk. *Nutrients*. 2020;12(9).

123. Stranska K, Anđelova M, Stransky M, Kohout P. Referenční hodnoty pro příjem živin Praha: Výživaservis s.r.o.; 2011.
124. Mehta SH. Nutrition and pregnancy. *Clin Obstet Gynecol.* 2008;51(2):409-18.
125. Mecacci F, Biagioni S, Ottanelli S, Mello G. Nutrition in pregnancy and lactation: how a healthy infant is born. *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine (JPNIM).* 2015;4(2):e040236.
126. Goletzke J, Buyken AE, Louie JC, Moses RG, Brand-Miller JC. Dietary micronutrient intake during pregnancy is a function of carbohydrate quality. *Am J Clin Nutr.* 2015;102(3):626-32.
127. Marangoni F, Cetin I, Verduci E, Canzone G, Giovannini M, Scollo P, et al. Maternal Diet and Nutrient Requirements in Pregnancy and Breastfeeding. An Italian Consensus Document. *Nutrients.* 2016;8(10).
128. Sauerwald TU, Demmelmair H, Koletzko B. Polyunsaturated fatty acid supply with human milk. *Lipids.* 2001;36(9):991-6.
129. Koletzko B, Cetin I, Brenna JT. Dietary fat intakes for pregnant and lactating women. *Br J Nutr.* 2007;98(5):873-7.
130. Koletzko B, Bauer CP, Bung P, Cremer M, Flothkötter M, Hellmers C, et al. German national consensus recommendations on nutrition and lifestyle in pregnancy by the 'Healthy Start - Young Family Network'. *Ann Nutr Metab.* 2013;63(4):311-22.
131. Hofmeyr GJ, Lawrie TA, Atallah AN, Duley L, Torloni MR. Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014(6):Cd001059.
132. Palacios C, De-Regil LM, Lombardo LK, Peña-Rosas JP. Vitamin D supplementation during pregnancy: Updated meta-analysis on maternal outcomes. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2016;164:148-55.
133. Kiely ME, Wagner CL, Roth DE. Vitamin D in pregnancy: Where we are and where we should go. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2020;201:105669.
134. Spiro A, Buttriss JL. Vitamin D: An overview of vitamin D status and intake in Europe. *Nutr Bull.* 2014;39(4):322-50.
135. Zimmermann MB. The effects of iodine deficiency in pregnancy and infancy. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2012;26 Suppl 1:108-17.
136. Bhutta ZA, Das JK, Rizvi A, Gaffey MF, Walker N, Horton S, et al. Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *Lancet.* 2013;382(9890):452-77.

137. Trumpff C, Vandevijvere S, Moreno-Reyes R, Vanderpas J, Tafforeau J, Van Oyen H, et al. Neonatal thyroid-stimulating hormone level is influenced by neonatal, maternal, and pregnancy factors. *Nutr Res.* 2015;35(11):975-81.
138. Allen LH. Anemia and iron deficiency: effects on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr.* 2000;71(5 Suppl):1280s-4s.
139. Khambalia AZ, Collins CE, Roberts CL, Morris JM, Powell KL, Tasevski V, et al. Iron deficiency in early pregnancy using serum ferritin and soluble transferrin receptor concentrations are associated with pregnancy and birth outcomes. *Eur J Clin Nutr.* 2016;70(3):358-63.
140. Alwan NA, Cade JE, McArdle HJ, Greenwood DC, Hayes HE, Simpson NA. Maternal iron status in early pregnancy and birth outcomes: insights from the Baby's Vascular health and Iron in Pregnancy study. *Br J Nutr.* 2015;113(12):1985-92.
141. Krebs NF, Domellöf M, Ziegler E. Balancing Benefits and Risks of Iron Fortification in Resource-Rich Countries. *J Pediatr.* 2015;167(4 Suppl):S20-5.
142. Berti C, Fekete K, Dullemeijer C, Trovato M, Souverein OW, Cavelaars A, et al. Folate intake and markers of folate status in women of reproductive age, pregnant and lactating women: a meta-analysis. *J Nutr Metab.* 2012;2012:470656.
143. Folic acid for the prevention of neural tube defects: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med.* 2009;150(9):626-31.
144. De-Regil LM, Peña-Rosas JP, Fernández-Gaxiola AC, Rayco-Solon P. Effects and safety of periconceptional oral folate supplementation for preventing birth defects. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015(12):Cd007950.
145. Cawley S, Mullaney L, McKeating A, Farren M, McCartney D, Turner MJ. A review of European guidelines on periconceptional folic acid supplementation. *Eur J Clin Nutr.* 2016;70(2):143-54.
146. Fekete K, Berti C, Trovato M, Lohner S, Dullemeijer C, Souverein OW, et al. Effect of folate intake on health outcomes in pregnancy: a systematic review and meta-analysis on birth weight, placental weight and length of gestation. *Nutr J.* 2012;11:75.
147. Hronek M, Doubkova P, Tosner J, Zadak Z. Prediction of nutritive intake energy and substrates of Czech pregnant women. *Nutrition.* 2011;27(11-12):1118-24.
148. Pona AA, Carlson JA, Shook RP, Dreyer Gillette ML, Davis AM. Maternal BMI Change Linked to Child Activity Change in Family-Based Behavioral Interventions for Pediatric Weight Management. *Child Obes.* 2019;15(6):371-8.

149. Lopot F. [Bioimpedometry and its utilization in dialysis therapy]. *Vnitr Lek.* 2016;62 Suppl 6:47-54.
150. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(2 Suppl 1):S1-266.
151. Soma-Pillay P, Nelson-Piercy C, Tolppanen H, Mebazaa A. Physiological changes in pregnancy. *Cardiovasc J Afr.* 2016;27(2):89-94.
152. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. WHO Recommendations on Antenatal Care for a Positive Pregnancy Experience. Geneva: World Health Organization Copyright © World Health Organization 2016.; 2016.
153. McKenzie AL, Perrier ET, Guelinckx I, Kavouras SA, Aerni G, Lee EC, et al. Relationships between hydration biomarkers and total fluid intake in pregnant and lactating women. *Eur J Nutr.* 2017;56(6):2161-70.
154. Mardones-Santander F, Salazar G, Rosso P, Villarroel L. Maternal body composition near term and birth weight. *Obstet Gynecol.* 1998;91(6):873-7.
155. Gilbert JA, Bendsen NT, Tremblay A, Astrup A. Effect of proteins from different sources on body composition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2011;21 Suppl 2:B16-31.
156. Elango R, Ball RO. Protein and Amino Acid Requirements during Pregnancy. *Adv Nutr.* 2016;7(4):839s-44s.
157. Young A, Brown LK, Ennis S, Beattie RM, Johnson MJ. Total body water in full-term and preterm newborns: systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2021.
158. Lima NP, Bassani DG, Silva B, Motta JVS, Magalhães EIS, Barros FC, et al. Association of breastfeeding, maternal anthropometry and body composition in women at 30 years of age. *Cad Saude Publica.* 2019;35(2):e00122018.
159. Neville CE, McKinley MC, Holmes VA, Spence D, Woodside JV. The relationship between breastfeeding and postpartum weight change--a systematic review and critical evaluation. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(4):577-90.
160. Cohen SS, Larson CO, Matthews CE, Buchowski MS, Signorello LB, Hargreaves MK, et al. Parity and breastfeeding in relation to obesity among black and white women in the southern community cohort study. *J Womens Health (Larchmt).* 2009;18(9):1323-32.

161. Bobrow KL, Quigley MA, Green J, Reeves GK, Beral V. Persistent effects of women's parity and breastfeeding patterns on their body mass index: results from the Million Women Study. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(5):712-7.
162. Rattigan S, Ghisalberti AV, Hartmann PE. Breast-milk production in Australian women. *Br J Nutr*. 1981;45(2):243-9.
163. Kent JC, Mitoulas L, Cox DB, Owens RA, Hartmann PE. Breast volume and milk production during extended lactation in women. *Exp Physiol*. 1999;84(2):435-47.
164. Butte NF, Garza C, Stuff JE, Smith EO, Nichols BL. Effect of maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr*. 1984;39(2):296-306.
165. Kent JC, Mitoulas LR, Cregan MD, Ramsay DT, Doherty DA, Hartmann PE. Volume and frequency of breastfeedings and fat content of breast milk throughout the day. *Pediatrics*. 2006;117(3):e387-95.
166. English RM. Breast-milk production and energy exchange in human lactation. *Br J Nutr*. 1985;53(3):459-66.
167. Kent JC, Gardner H, Geddes DT. Breastmilk Production in the First 4 Weeks after Birth of Term Infants. *Nutrients*. 2016;8(12).
168. Gernand AD, Christian P, Paul RR, Shaikh S, Labrique AB, Schulze KJ, et al. Maternal weight and body composition during pregnancy are associated with placental and birth weight in rural Bangladesh. *J Nutr*. 2012;142(11):2010-6.
169. Jung YM, Choi MJ. Nutrient Intake according to Weight Gain during Pregnancy, Job Status, and Household Income. *Clin Nutr Res*. 2017;6(1):27-37.
170. Grandy M, Snowden JM, Boone-Heinonen J, Purnell JQ, Thornburg KL, Marshall NE. Poorer maternal diet quality and increased birth weight(). *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2018;31(12):1613-9.
171. Switkowski KM, Jacques PF, Must A, Kleinman KP, Gillman MW, Oken E. Maternal protein intake during pregnancy and linear growth in the offspring. *Am J Clin Nutr*. 2016;104(4):1128-36.
172. Chong MF, Chia AR, Colega M, Tint MT, Aris IM, Chong YS, et al. Maternal Protein Intake during Pregnancy Is Not Associated with Offspring Birth Weight in a Multiethnic Asian Population. *J Nutr*. 2015;145(6):1303-10.
173. Lagiou P, Tamimi RM, Mucci LA, Adami HO, Hsieh CC, Trichopoulos D. Diet during pregnancy in relation to maternal weight gain and birth size. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58(2):231-7.

174. Andriasyan K, Ponsonby AL, Dwyer T, Morley R, Riley M, Dear K, et al. Higher maternal dietary protein intake in late pregnancy is associated with a lower infant ponderal index at birth. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61(4):498-508.
175. Kubota K, Itoh H, Tasaka M, Naito H, Fukuoka Y, Muramatsu Kato K, et al. Changes of maternal dietary intake, bodyweight and fetal growth throughout pregnancy in pregnant Japanese women. *J Obstet Gynaecol Res.* 2013;39(9):1383-90.
176. Bravi F, Wiens F, Decarli A, Dal Pont A, Agostoni C, Ferraroni M. Impact of maternal nutrition on breast-milk composition: a systematic review. *Am J Clin Nutr.* 2016;104(3):646-62.