

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



**DIPLOMOVÁ PRÁCA**

**VPLYV FYZICKEJ AKTIVITY NA PARAMETRE  
ENERGETICKÉHO METABOLIZMU TEHOTNÝCH A  
DOJČIACICH ŽIEN**

**TAMARA IMRICOVÁ**

**Vedúci diplomovej práce: PharmDr. MIROSLAV KOVAŘÍK, Ph.D.**

**HRADEC KRÁLOVÉ, 2020**

## **Pod'akovanie**

Týmto by som chcela poďakovať vedúcemu práce PharmDr. Miroslavovi Kovaříkovi, Ph.D. za možnosť zúčastniť sa štúdie, za potrebné materiály, za cenné rady, ochotu a trpezlivosť pri písaní tejto diplomovej práce.

„Prehlasujem, že táto práca je mojím pôvodným autorským dielom. Každá literatúra a ďalšie zdroje, z ktorých som pri spracovávaní čerpala, sú uvedené v zozname použitej literatúry a v práci sú riadne citované. Práca nebola použitá k získaniu iného alebo rovnakého titulu.“

V Hradci Králové, 4. 5. 2020

Tamara Imrichová

# OBSAH

1. ABSTRAKT.....	7
2. ABSTRACT .....	8
3. ÚVOD .....	9
4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE.....	10
5. TEORETICKÁ ČASŤ .....	11
5.1 Tehotenstvo a fyziologické zmeny s ním súvisiace .....	11
5.2 Obdobie dojčenia a fyziologické zmeny s ním súvisiace.....	14
5.3 Metabolizmus.....	16
5.3.1 Metabolizmus základných živín organizmu .....	17
5.3.2 Energetický metabolizmus .....	18
5.3.3 Metódy stanovenia energetického výdaja.....	20
5.3.4 Energetické náklady na tehotenstvo.....	25
5.3.5 Optimálny gestačný prírastok .....	27
5.3.6 Energetické náklady na obdobie dojčenia .....	28
5.4 Fyzická aktivita .....	29
5.4.1 Dopady na zdravie človeka.....	30
5.4.2 Špecifiká fyzickej aktivity v tehotenstve .....	30
5.4.3 Fyzická aktivita počas obdobia dojčenia .....	32
5.5 Zmeny energetických nákladov na fyzickú aktivitu počas tehotenstva.....	32
5.6 Zmeny energetických nákladov na fyzickú aktivitu v období dojčenia.....	34
6. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ .....	35
6.1 Metodika .....	35
6.1.1 Princíp metódy nepriamej kalorimetrie.....	36
6.1.2 Používané výpočty.....	36
6.1.3 Výpočet pokojového energetického výdaja a oxidácie nutričných substrátov.....	38
6.1.4 Princíp vyhodnocovania dotazníkov .....	40

6.2	Štatistické hodnotenie .....	40
7.	VÝSLEDKY .....	42
7.1	Výber žien a priebeh meraní .....	42
7.2	Vyhodnotenie .....	42
7.3	Nájdene korelácie .....	47
7.3.1	Korelácie medzi celkovým energetickým výdajom a kalorimetrickými parametrami .....	47
7.3.2	Korelácie medzi stupňom fyzickej aktivity a kalorimetrickými parametrami .....	50
7.3.3	Korelácie medzi energiou vydanou na spánok a kalorimetrickými parametrami .....	51
7.3.4	Korelácie medzi energiou vydanou na vykonávanie hygieny a kalorimetrickými parametrami .....	53
7.3.5	Korelácie medzi energiou vydanou na prípravu jedla a kalorimetrickými parametrami .....	53
7.3.6	Korelácie medzi energiou vydanou na konzumáciu jedla a kalorimetrickými parametrami .....	55
7.3.7	Korelácie medzi energiou vydanou na upratovanie a kalorimetrickými parametrami .....	56
7.3.8	Korelácie medzi energiou vydanou na vykonávanie zamestnania a kalorimetrickými parametrami .....	57
7.3.9	Korelácie medzi energiou vydanou na dopravu a kalorimetrickými parametrami .....	57
7.3.10	Korelácie medzi energiou vydanou na odpočívanie a kalorimetrickými parametrami .....	59
7.3.11	Korelácie medzi energiou vydanou na navštevovanie a kalorimetrickými parametrami .....	59
7.3.12	Korelácie medzi energiou vydanou na umývanie riadu a kalorimetrickými parametrami .....	60
7.3.13	Korelácie medzi energiou vydanou na športovanie a kalorimetrickými parametrami .....	61
7.3.14	Korelácie medzi energiou vydanou na navštevovanie úradov a kalorimetrickými parametrami .....	62
7.3.15	Korelácie medzi energiou vydanou na sledovanie televízie a kalorimetrickými parametrami .....	63

7.3.16	Korelácie medzi energiou vydanou na pohlavný styk a kalorimetrickými parametrami .....	64
7.3.17	Korelácie medzi energiou vydanou na čítanie a kalorimetrickými parametrami .....	65
7.3.18	Korelácie medzi energiou vydanou na nakupovanie a kalorimetrickými parametrami .....	66
7.3.19	Korelácie medzi energiou vydanou na prechádzku a kalorimetrickými parametrami .....	67
7.3.20	Korelácie medzi energiou vydanou na dojčenie a kalorimetrickými parametrami .....	67
7.3.21	Korelácie medzi energiou vydanou na starostlivosť o dieťa a kalorimetrickými parametrami .....	68
8.	DISKUSIA .....	69
9.	ZÁVER.....	72
10.	POUŽITÉ SKRATKY .....	73
11.	ZOZNAM TABULIEK .....	74
12.	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	76
13.	ZOZNAM GRAFOV .....	77
14.	POUŽITÁ LITERATÚRA.....	78
15.	PRÍLOHY .....	85

# 1. ABSTRAKT

Univerzita Karlova

Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biologických a lékařských věd

**Študent:** Tamara Imrichová

**Školitel:** PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

**Názov diplomovej práce:** Vplyv fyzickej aktivity na parametre energetického metabolizmu tehotných a dojčiacich žien

**Cieľ práce:** Cieľom našej práce bolo porovnať zmeny parametrov energetického metabolizmu a následne vyhodnotiť súvislosť týchto parametrov s parametrami fyzickej aktivity u tehotných a dojčiacich žien.

**Metódy:** Hodnotenie energetického metabolizmu bolo vykonané metódou nepriamej kalorimetrie. Kalorimeter dokáže vypočítať pokojový energetický výdaj (REE) a oxidácie jednotlivých nutričných substrátov (po stanovení množstva dusíka vylúčeného močom). Pre zistenie parametrov fyzických aktivít dostali ženy za úlohu 7 dní vyplniť dotazník, ktorý bol vyhodnotený na základe prepočtu pomocou metabolických ekvivalentov.

**Výsledky:** V našej štúdii sme zaznamenali nárast REE počas tehotenstva v treťom trimestri a zvýšil sa aj objem spotrebovaného kyslíka ( $VO_2$ ) a objem vydychovaného oxidu uhličitého ( $VCO_2$ ) v porovnaní s dojčiacimi ženami. Hodnoty respiračného a neproteínového respiračného kvocientu sa významne nemenili. Z oxidácie nutričných substrátov sme zaznamenali len zvýšenú oxidáciu lipidov pred koncom tehotenstva oproti obdobiu dojčenia. Našli sme pozitívne korelácie medzi stupňom fyzickej aktivity a oxidáciou sacharidov a medzi energiou potrebnou na spánok a REE,  $VO_2$  a  $VCO_2$  v období dojčenia.

**Závery:** Tieto výsledky nárastu REE,  $VO_2$  a  $VCO_2$  v období tehotenstva potvrdzujú, že telo matky potrebuje extra energiu pre zaistenie fyziologických zmien. Zvýšená oxidácia lipidov zasa šetrí energiu glukózy a aminokyselín pre potreby plodu.

**Kľúčové slová:** fyzická aktivita, energetický metabolizmus, tehotné ženy, dojčiace ženy, nepriama kalorimetria

## 2. ABSTRACT

**Charles University**

**Faculty of Pharmacy in Hradec Králové**

**Department of Biological and Medical Sciences**

**Student:** Tamara Imrichová

**Supervisor:** PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

**Title of master thesis:** The influence of physical activity on energy metabolism parameters of pregnant and lactating women

**Background:** The aim of our work was to compare changes in the parameters of energy metabolism and then evaluate the relationship between these parameters and the parameters of physical activity of pregnant and lactating women.

**Methods:** Evaluation of energy metabolism was carried out by the method of indirect calorimetry. The calorimeter can estimate the resting energy expenditure (REE) and oxidation of individual nutritional substrates (after determining the amount of nitrogen excreted in the urine). To determine the parameters of physical activity, women were given to complete a 7 days questionnaire, which was evaluated on the basis of recalculation using metabolic equivalents.

**Results:** In our study, we observed an increase in REE during pregnancy in the third trimester and an increase in volume of oxygen consumption ( $VO_2$ ) and volume of carbon dioxide production ( $VCO_2$ ) compared to lactating women. The values of respiratory and non-protein respiratory quotient remained unchanged. In case of oxidation of nutritional substrates, we noticed only increased oxidation of lipids before the end of pregnancy compared to the period of breastfeeding. We found positive correlations between physical activity level and carbohydrate oxidation and between the energy required for sleep and REE,  $VO_2$  and  $VCO_2$  during breastfeeding.

**Conclusions:** These results of an increase in REE,  $VO_2$  and  $VCO_2$  during pregnancy confirm that the mother's body needs extra energy to ensure physiological changes. Increased lipid oxidation saves glucose and amino acid energy for the fetus.

**Keywords:** physical activity, energy metabolism, pregnant women, lactating women, indirect calorimetry



### 3. ÚVOD

Tehotenstvo je podmienkou pre vývin nového ľudského života. Telo matky podstupuje mnohé fyziologické zmeny, čím poskytuje zárodku a neskôr plodu ochranu a všetky potrebné látky na tento náročný proces. Po približne 40tich týždňoch tehotenstva nastáva pôrod, ktorým sa starostlivosť o dieťa z pohľadu telesných zmien matky nekončí. Už počas tehotenstva sa telo ženy pripravovalo na popôrodnú úlohu dojčenia dieťaťa, čím matka naďalej zabezpečuje novorodencovi potrebnú výživu pre jeho rast a vývin.

Jednou z mnohých náročných zmien, je aj zmena parametrov energetického metabolizmu nie len vplyvom tehotenstva a dojčenia, ale aj vplyvom rôznych fyzických aktivít vykonávaných počas týchto období.

Porovnávali sme zmeny parametrov energetického metabolizmu s využitím nepriamej kalorimetrie počas tehotenstva a dojčenia. Ďalej sme zisťovali ovplyvňovanie týchto parametrov fyzickou aktivitou na základe detailného záznamu vykonávaných fyzických aktivít u vyšetrovaných žien.

## **4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE**

Cieľom našej práce bolo porovnať zmeny parametrov energetického metabolizmu stanovených pomocou nepriamej kalorimetrie počas rôznych fáz tehotenstva a dojčenia, hlavne pokojový energetický výdaj a oxidáciu jednotlivých nutričných substrátov. Následne sme sa zamerali na hľadanie súvislosti medzi parametrami energetického metabolizmu a parametrami fyzickej aktivity, získané pomocou dotazníkov a hodnotili sme množstvo energie vydané vykonávaním jednotlivých aktivít, celkové množstvo vydané energie a stupeň fyzickej aktivity.

## 5. TEORETICKÁ ČASŤ

### 5.1 *Tehotenstvo a fyziologické zmeny s ním súvisiace*

Tehotenstvo so sebou prináša zmeny takmer všetkých orgánových systémov v tele matky. Tie sú odozvou na potreby novovznikajúceho života, ale aj na ochranu dieťaťa i matky počas celého obdobia tehotenstva i ako príprava na pôrod a obdobie po pôrode. Všetky tieto zmeny sú po určitom období obvykle plne reverzibilné.

Po odhalení tehotenstva sa stanovuje jeho štádium. Dĺžka tehotenstva sa udáva v týždňoch a dňoch, počítaných od prvého dňa poslednej menštruácie. Je to často krát, jediný spoľahlivý časový údaj z ktorého možno vychádzať. Tehotenstvo trvá, pri predpoklade pravidelného 28 dňového menštruačného cyklu, 280 dní, čo je 40 týždňov, teda približne 9 kalendárnych mesiacov. Môžeme hovoriť aj o 10tich lunárnych mesiacoch. Pôrod následne očakávame na 281. deň (Pařízek, 2009).

Skutočný počiatok tehotenstva je až v druhom týždni tehotenstva, kedy nastáva ovulácia. Dochádza k dozretiu vajíčka, ktoré je následne oplodnené. Počas šiesteho až dvanásteho dňa po oplodnení sa toto vajíčko uhniezďuje v maternici a vzniká zárodok. Vývoj samotného dieťaťa delíme na dve obdobia. V prvých ôsmich týždňoch po oplodnení vajíčka sa vyvíja zárodok. Ide teda o embryonálny vývoj. Nasledujúci vývoj, od 9. týždňa nazývame fetálny, vyvíja sa plod (Pařízek, 2009).

Samotné tehotenské obdobie však delíme na 3 trimestre:

- I. trimester medzi 1. a 12. týždňom,
- II. trimester medzi 13. a 26. týždňom,
- III. trimester medzi 27. a 40. týždňom.

#### **I. trimester**

Počas prvých týždňov sa najviac mení maternica. Z hruškovitého tvaru sa stáva guľovitý. Viditeľné zmeny pozorujeme na prsiach, tie sú objemnejšie, okrem tvorby mliečnych žliaz v nich narastá aj množstvo tuku. V druhom mesiaci sa mazové žľazy v oblasti prsných dvorcov stávajú výraznejšie, tie neskôr pri dojčení premazávajú okolie

bradavky. V treťom mesiaci už mliečne žľazy tvoria rôsolovitú hmotu – mlezivo. Z iných orgánových systémov môžeme spomenúť tráviaci trakt, ktorého svalstvo začína ochabovať a u tehotnej ženy môže dochádzať k plynatosti až zápche. Ďalej sa zväčšujú obličky v dôsledku zvýšenia krvného prietoku a močový mechúr je v kvôli tlaku vznikajúcemu narastaním maternice potrebné vyprázdňovať častejšie. Zmeny neobchádzajú ani dýchaciu sústavu. Zvyšuje sa dychový objem a dychová frekvencia. Kapacita pľúc sa znižuje. Váha ženy v tomto období narastá pozvoľne (Hanáková, a iní, 2015).

## **II. trimester**

Na začiatku II. trimestra je placenta už plne vyvinutá. Tá zaisťuje výživu, výmenu dýchacích plynov medzi krvou dieťaťa a matky, tvorí placentárne hormóny, dôležité pre stabilitu tehotenstva a predstavuje imunologickú bariéru. Narastá objem plodovej vody, ktorej je v tomto období nepomerne veľa v porovnaní s veľkosťou dieťaťa. Jej funkcia je ochranná, dodáva dieťaťu tekutiny, zabezpečuje látkovú výmenu, umožňuje pohyb a reguluje telesnú teplotu dieťaťa. Maternica stále viac narastá až môže tlakom spôsobovať pálenie záhy. Telo ženy zadržuje vodu, čo môže byť viditeľné na tvári, či nepríjemné pri opuchoch nôh (Hanáková, a iní, 2015).

## **III. trimester**

Zmeny v tomto období sú najvýraznejšie a život ženy sa komplikuje viac a viac. Maternica už presahuje oblasť pupku a obmedzuje tak v pohybe i spánku. Tlačí sa nahor a tlačí na hrudný kôš a rebrá, čo môže byť nepríjemné a bolestivé. V 7. mesiaci sa môžu objavovať aj prvé slabé kontrakcie. Na konci 36. týždňa bruško klesne – dieťa zostupuje do panvy a žene sa tak uľaví od pálenia záhy a dýcha sa jej lepšie (Hanáková, a iní, 2015).

V priebehu celého tehotenstva dochádza aj k zmenám v metabolizme a využitia nutričných substrátov – cukrov, tukov, bielkovín. Vo všeobecnosti je tehotenstvo charakteristické hyperglykémiou, hyperinzulinémiou, hypertriacylglycerolémiou a zníženou odpoveďou na inzulín (Zwinger, 2004).

Glukóza je hlavným zdrojom energie pre plod, telo matky ju preto šetrí a transportuje do fetoplacentárnej jednotky. Pankreatické bunky podliehajú hyperplázii a na začiatku tehotenstva sa zvyšuje citlivosť na inzulín. Od druhého trimestra následne dochádza k inzulínovej rezistencii, tá je dôsledkom zvýšenej sekrécie diabetogénnych hormónov (napr. placentárny laktogen, rastový hormón, progesterón, kortizol, prolaktin). V prípade, že endokrinná funkcia pankreasu je narušená a nedokáže prekonať inzulínovú rezistenciu spojenú s tehotenstvom, môže sa vyvinúť gestačný diabetes (Pillay, a iní, 2016).

V tehotenstve sa zvyšuje celková hladina fosfolipidov a cholesterolu asi o 50 % a triacylglycerolov (TAG) až o 200 % (Zwinger, 2004). Zvýšená hladina TAG je dôsledkom ich zvýšenej syntézy v pečeni a zníženej aktivity lipoproteínovej lipázy ako odpoveď na estrogénovú stimuláciu a inzulínovú rezistenciu, čo vedie k zníženému katabolizmu tukového tkaniva. Zvýšené TAG zabezpečujú energetické potreby matky, okrem šetrenia glukózy sa takto znižuje aj katabolizmus bielkovín v prospech plodu. Zvýšený cholesterol sa zasa uplatňuje ako prekursor pre žľčovú kyselinu a steroidné hormóny, v istej miere sú k dispozícii aj pre plod na stavbu bunkových membrán i keď ich prestup cez placentu je náročný. Podľa Makowskeho existuje aj riziko, že zvýšené hladiny TAG počas tehotenstva môžu viesť k preeklampsii a predčasnému pôrodu (Makowski, 2011; Pillay, a iní, 2016).

V neposlednom rade tehotné ženy potrebujú zvýšiť aj príjem bielkovín, aminokyseliny sa aktívne transportujú cez placentu a následne sú využívané pre potreby vyvíjajúceho sa plodu, a pokiaľ žena neprijíma aspoň 30 g bielkovín denne, v tele matky nastáva hypoaminoacidémia (Zwinger, 2004).

Počas celého tehotenstva žena postupne priberá na váhe, od piateho mesiaca je to v priemere 0,5 kilogramu týždenne (Pařízek, 2009). Nárast telesnej hmotnosti zahŕňa produkty počatia (plod, placenta, plodová voda) a hypertrofiu niektorých materských tkanív (maternica, prsia, krv, tukové zásoby, extracelulárna a extravaskulárna tekutina) (Prentice, a iní, 1996). Odhadom je to približne 40 % dieťa, 20 % zrná krv, 20 % váhový prírastok maternice, nôh a prs, 10 % tvorí placenta a ďalších 10 % činí plodová voda (Pařízek, 2009). Bielkoviny sú zastúpené hlavne

v plode – 44 %, ale aj v maternici – 17 %, krvi – 14 %, placente – 10 % a v prsiach – 8 %. Prírastok tuku dochádza prevažne v materskom tukovom tkanive a to z 85 % a ploden 14 %. Zisk v tukových zásobách je najväčšou zložkou energetických nákladov na ukladanie do tkanív (72 %). Plod tvorí 19 %, placenta, maternica, objem krvi a prsia dohromady predstavujú 10 % (Prentice, a iní, 1996).

## **5.2 Obdobie dojčenia a fyziologické zmeny s ním súvisiace**

Dojčenie predstavuje optimálny spôsob výživy dieťaťa v prvých mesiacoch života. Materské mlieko zaisťuje prísun živín a vody a okrem výživových potrieb dieťaťa naplňa aj jeho emočné potreby (Černá, a iní, 2015; Trojan, 2003). Je to proces, ktorý prirodzene nadväzuje na tehotenstvo a pôrod. Počas tehotenstva prebiehajú zmeny, ktoré pripravujú prsia ženy na laktáciu. Okrem rozvoja tukového, žľazového a spojivového tkaniva vo vnútri prs, sa telo ženy pripravuje na laktáciu aj zvýšením pigmentácie dvorca a bradavky a dochádza aj k zvýrazneniu mazových žliaz. Práve tieto zmeny sú dôležité pre novorodenca a slúžia ako signál k navádzaniu dieťaťa k prsiam matky, ako k zdroju prvej potravy (Hanáková, a iní, 2015).

Rozvoj laktácie je podmienený fyziologickými hormonálnymi zmenami v tele matky (Hanáková, a iní, 2015). Sekréciu mlieka podmieňuje prolaktín. V období pred pôrodom produkcia prolaktínu stúpa, no vysoké hladiny estrogénu a progesterónu počas tehotenstva bránia plnému uplatneniu prolaktínu. V čase pred pôrodom zatiaľ dochádza v mliečnej žľaze k výraznej proliferácii a vylučovaniu tekutiny s názvom kolostrum. Sekrécia prolaktínu je primárne inhibovaná dopamínom, naopak jeho tvorbu stimuluje prolaktoliberin a placentárny somatomamotropin. Po pôrode, kedy dochádza k náhlemu poklesu estrogénu a progesterónu, sa môže plne uplatniť účinok prolaktínu. Do dvoch až troch dní začne sekrécia materského mlieka. Produkcia prolaktínu po pôrode postupne klesá, ale opäť sa periodicky zvyšuje po každom dojčení. Prisávaním dieťaťa sa reflexne do krvi matky uvoľňuje oxytocín, ktorý vyvoláva ejakciu mlieka behom 30 – 60tich sekúnd. Denná produkcia materského mlieka následne činí približne 1-2,0 l (Trojan, 2003).

Prvé mlieko – kolostrum, ktoré sa tvorí obvykle už od druhej polovice tehotenstva, sa zložením od materského mlieka líši najmä vyšším obsahom bielkovín,

protilátok a imunitných faktorov k správne mu rozvoju imunity u dieťaťa (porovnanie vid' tabuľka č. 1). Predstavuje preto skôr zdravotnú než výživovú hodnotu. Pre dieťa je toto prvé mlieko nenahraditeľné. Aj u nedojčiacich matiek by novorodenec mal prijať minimálne kolostrum v prvých dňoch po narodení, zníži sa tak pravdepodobnosť rôznych infekcií, ochorení zažívacieho traktu, ale udržiava aj správnu hladinu cukru v krvi a znižuje tak riziko vzniku obezity a diabetu I. typu u dieťaťa (Gaskin, 2011).

Od asi tretieho dňa po pôrode sa kolostrum postupne pretvára na pravé materské mlieko a tento proces trvá ešte približne 4 týždne. Zloženie mlieka je premenlivé podľa dennej doby, času od pôrodu a odpovedá výživovým nárokom dieťaťa podľa jeho potreby a zrelosti. Hlavnými zložkami sú lipidy, sacharidy a bielkoviny. Zo sacharidov sú zastúpené hlavne laktóza a galaktóza. Okrem týchto základných zložiek sú v materskom mlieku zastúpené aj protilátky, vitamíny, hormóny, enzýmy, látky podporujúce rast a mnohé ďalšie. Mlieko sa zložením mení aj v priebehu dojčenia. Na začiatku pije dojča mlieko, ktoré obsahuje hlavne laktózu, nazýva sa aj predné mlieko, ďalšia časť mlieka je bohatšia na tuky a má viacsýtny charakter. Toto mlieko sa nazýva zadné (Hanáková, a iní, 2015).

**Tabuľka č. 1 Porovnanie zloženia kolostra a zrelého materského mlieka**

	Energia kJ/l	Bielkoviny g/l	Cukry g/l	Tuky g/l
<b>Kolostrum</b>	2520	27	53	29
<b>Zrelé materské mlieko</b>	2940	13	72	35

**Zdroj: Černá, a iní, 2015 (Prebraté z tabuľky)**

Dojčenie má pozitívny vplyv nie len na dieťa, ale aj pre samotnú matku. V porovnaní so ženami, ktoré svoje deti nedojčia, laktácia už ihneď po pôrode ovplyvňuje metabolické zmeny, ktoré môžu zvrátiť niektoré aterogénne a diabetogénne riziká navodené tehotenstvom (Gunderson, 2014).

Metabolické adaptácie na laktogénu sú schopné uspokojiť väčšinu potrieb lipidov a metabolitov glukózy, ktoré sú potrebné na produkciu mlieka. Približne 50 g glukózy za 24 hodín prijme mliečna žľaza neinzulínovou cestou. Využitie metabolických

substrátov má za následok nižšiu koncentráciu glukózy v krvi a inzulínu. Keďže na prestup glukózy do mliečnej žľazy nie je potrebný inzulín, znižuje sa tým zaťaženie pankreatických  $\beta$ -buniek. Dôležité je aj získavanie lipidov a to buď z materskej krvi vo forme TAG, alebo lipolýzou tukových zásob. Práve táto mobilizácia tukových zásob prispieva k rýchlejšiemu zníženiu váhy a návratu k pôvodnej hmotnosti (Gunderson, 2014).

Dlhodobé prínosy laktácie pre zdravie žien zahŕňajú okrem zníženia rizika vzniku metabolického syndrómu, kardiovaskulárnych ochorení a diabetu mellitu II. typu aj zníženie pravdepodobnosti pre vznik rakoviny prsníka a vaječníkov (Gunderson, 2014).

### **5.3 Metabolizmus**

V metabolizme ide o chemickú premenu látok v organizme. Účelom tejto premeny je tvorba energie, syntéza nových a obnova starých štruktúr, rast a reprodukcia organizmu. Tohto procesu sa špecificky zúčastňujú všetky tkanivá (Holeček, 2006).

Z chemického hľadiska ide o deje buď anabolické, alebo katabolické. Katabolické procesy, sú procesy rozkladné, kedy z látok chemicky zložitejších vznikajú látky jednoduché. Tento postupný rozkladný proces je sprevádzaný ziskom energie vo forme využiteľného adenosintrifosfátu (ATP) a tepla. Túto energiu telo využíva na udržanie základných telesných funkcií a k pohybovej aktivite. Prehľad základných katabolických reakcií je zobrazený v tabuľke č. 2.

Naopak anabolické procesy, sú procesy syntetické. Z látok jednoduchých vznikajú zložitejšie. Najčastejšie ide o zásobné látky, alebo látky potrebné k regenerácii, či rastu. Energia sa pri tomto procese spotrebúva (Bottek, a iní, 2017). Za fyziologických podmienok sú tieto reakcie v rovnováhe, ich prehľad je v tabuľke č. 3. (Holeček, 2006).



**Tabuľka č. 2 Základné katabolické procesy**

Substrát	Produkt	Reakcia
Proteíny	Aminokyseliny	Proteolýza
Glykogén	Sacharidy	Glykolýza
Triacylglyceroly	Mastné kyseliny a glycerol	Lipolýza

*Zdroj: Holeček, 2006 (prepracované z textu do tabuľky)*

**Tabuľka č. 3 Základné anabolické reakcie**

Substrát	Produkt	Reakcia
Aminokyseliny	Proteíny	Proteosyntéza
Sacharidy	Glykogén	Glykogenéza
Mastné kyseliny a glycerol	Triacylglyceroly	Lipogenéza

*Zdroj: Holeček, 2006 (prepracované z textu do tabuľky)*

### 5.3.1 Metabolizmus základných živín organizmu

#### Sacharidy

Z metabolizmu sacharidov je energeticky najvýznamnejšia premena glukózy, po vstrebaní z čreva je z časti katabolizovaná v tkanivách a z časti uložená v pečeni, svaloch a iných orgánoch vo forme glykogénu. Stála dostupnosť glukózy je podmienkou pre správnu funkciu väčšiny tkanív. Glykémia, teda hladina glukózy v krvi, by sa mala pohybovať okolo 5 mmol/l nalačno. Hodinu po jedle sa pohybuje okolo 8 mmol/l a ak by došlo k hladovaniu, regulačné mechanizmy pre udržanie správnej hladiny glukózy v krvi, začnú uvoľňovať glukózu zo zásobnej formy (Matouš, 2010).

#### Lipidy

Z prijatých lipidov sú energeticky využívané hlavne TAG. Tie sa v čreve hydrolyzujú na diacylglyceroly, monoacylglyceroly, mastné kyseliny a glycerol a po vstrebaní sa opäť syntetizujú TAG, ktoré sa krvou transportujú do jednotlivých

tkanív. Na to, aby mohli prechádzať cez membrány do tkanivových buniek však potrebujú byť lipoproteínovou lipázou rozštiepené na mastné kyseliny, z nich sa v tukovom tkanive syntetizujú zásobné TAG. V prípade potreby sa mastné kyseliny a glycerol z tukového tkaniva uvoľňujú riadenou lipolýzou. TAG je možné aj syntetizovať a to v pečeni z glukózy a iných metabolitov (Matouš, 2010).

### **Proteíny**

Proteíny sa v čreve hydrolyzujú na dipeptidy a aminokyseliny, vstrebávajú sa a v tkanivách sa z nich syntetizujú funkčné proteíny. Z energetického hľadiska sú významné proteíny kostrového svalstva, ktoré sa využívajú nie len na kontrakciu, ale majú aj zásobný význam. Tieto bielkoviny, v prípade hladovania a vyčerpania zásobných sacharidov a lipidov môžu slúžiť na pokrytie energetického výdaja (Matouš, 2010).

Energia z týchto živín je uvoľňovaná oxidáciou, pri ktorej dochádza k odoberaniu elektrónov z glukózy, iných sacharidov, z mastných kyselín, glycerolu alebo z uhlíkového skeletu aminokyselín a prostredníctvom oxido-redukčných reakcií sú prenášané na kyslík. Týmto nastáva premena živín na jednoduchšie látky (pyruvát a acetylkoenzym A) až na konečné metabolity, ktorými sú voda a oxid uhličitý (Matouš, 2010).

### **5.3.2 Energetický metabolizmus**

Výdavky na ľudskú energiu možno rozdeliť na viaceré časti, tzv. rozdelenie celkových energetických výdajov (total energy expenditure – TEE) (viď graf č. 1):

- bazálny metabolizmus (basal metabolic rate – BMR),
- termogenézu indukovanú stravou (diet-induced thermogenesis – DIT),
- energiu spotrebovanú na fyzickú aktivitu (activity energy expenditure - AEE) (Frosum, a iní, 2007).

BMR vyjadruje produkciu tepla jednotlivca v stave úplného svalového odpočinku 12 až 14 hodín po poslednom jedle, teda v postabsorpčnom stave (Harris et

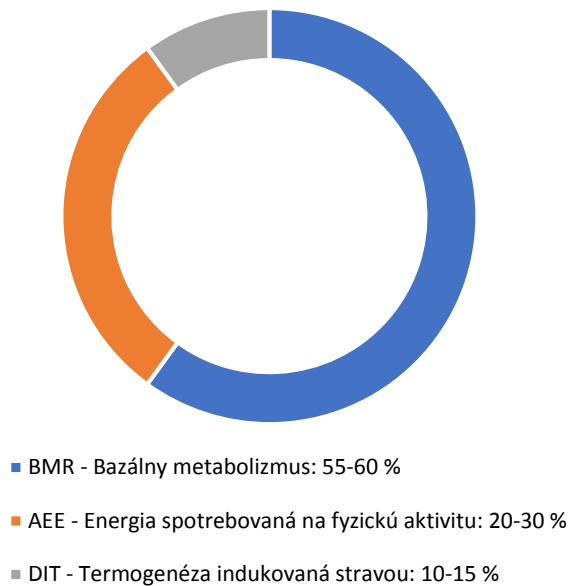
Benedict, 1918), preto sa pri štúdiách s výpočtami energetického metabolizmu BMR nahrádza merateľnou hodnotou pokojového energetického výdaja (resting energy expenditure - REE). Táto hodnota je len o 10 % vyššia v porovnaní s bazálnym metabolizmom a vyjadruje spotrebu energie potrebnú na chod organizmu v pokojových podmienkach (Bottek, a iní, 2017).

BMR označuje spotrebu energie na udržanie všetkých vitálnych funkcií v bdelom stave (dýchanie, činnosť srdca, obličiek, pečene, nervového, endokrinného, imunitného systému a pod.). Závisí na povrchu tela, ktorý je daný výškou a hmotnosťou, ďalej vekom a pohlavím. Je známe, že BMR s vekom klesá. Deti majú BMR najrýchlejší, v dospelosti sa znižuje o približne 2-3 % ročne. Existujú faktory, ktoré môžu BMR aj zvýšiť, napríklad aktivita sympatiku a niektoré hormóny (ide predovšetkým o tyreoidálne hormóny, adrenalín, testosteron a rastový hormón). Pravidelná fyzická aktivita vedie k nárastu BMR (môže ísť až o 10%), alebo aspoň bráni jeho poklesu. (Rokyta, 2015; Bottek, a iní, 2017).

Požitie potravy má za následok vzostup energetického výdaja (DIT). Je spôsobený energetickou spotrebou trávením a vstrebávaním potravy a k uloženiu živín do zásoby. Veľkosť DIT závisí na typu a množstve požitej živiny, preto sa REE musí merať nalačno (Duška, a iní, 2006).

Najvariabilnejšou zložkou energetického výdaja je fyzická aktivita vykonávaná svalovou prácou, tá tvorí približne 25 % energetického výdaja u človeka so sedavým spôsobom života, u športovcov toto percento narastá (Rokyta, 2015).

**Graf č. 1 Rozdelenie celkových energetických výdajov**



**Zdroj: web indirectcalorimetry (upravené)**

### 5.3.3 Metódy stanovenia energetického výdaja

Na vyjadrenie energetickej spotreby a potreby organizmu používame jednotky tepelnej energie – kalórie (cal). Jedna kalória (1 cal) je definovaná ako množstvo energie, ktorá zvyšuje teplotu jedného gramu vody z 15 na 16 °C. V praxi sa využíva vyjadrenie v kilokalóriách (1 kcal = 1000 cal), alebo prepočet do inej jednotky – joule (J), používanéjšie kilojoule (kJ), kedy 1 kcal je približne 4,18 kJ (Bottek, a iní, 2017).

Základnými metódami stanovenia energetického metabolizmu sú:

- priama kalorimetria,
- nepriama kalorimetria,
- empirické stanovenie,
- stanovenie pomocou izotopov (Holeček, 2016).

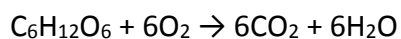
Merať energetický výdaj môžeme pomocou kalorimetrie. Tá vychádza z predpokladu, že v pokoji a nalačno sa akákoľvek spotrebovaná energia mení na teplo (Bottek, a iní, 2017).

## Priama kalorimetria

Priame a presné stanovenie produkcie energie je možné merať len v tepelne izolovaných kalorimetrických komorách. Princípom je meranie množstva uvoľneného tepla pri spálení 1 g živiny, nazýva sa spalným teplom a jeho hodnota je pre každý substrát odlišná. Na 1 g sacharidov spalné teplo odpovedá 17,2 kJ (4,1 kcal), na 1 g tukov 39 kJ (9,3 kcal) a na 1 g bielkovín 23,7 kJ (5,65 kcal). Množstvo energie, ktoré sa uvoľní pri oxidácii živín odpovedá spalnému teplu iba v prípade sacharidov a tukov. U bielkovín neprebíha úplná oxidácia na kyslík a oxid uhličitý, vzniká aj močovina a iné deriváty dusíku, ktoré sa nevyužité vylučujú močom von z tela, preto fyziologicky využiteľná energia z bielkovín je iba asi 17,2 kJ (4,1 kcal). Priamy kalorimeter okrem množstva uvoľneného tepla môže merať aj množstvo vykonanej mechanickej práce (napr. pomocou bicyklového ergometra) (Heller, a iní, 2011; Rokyta, 2015).

## Nepriama kalorimetria

Nepriama kalorimetria je metóda, pri ktorej sa meria spotreba kyslíka a výdaj oxidu uhličitého za jednotku času. Princípom je to, že energetický výdaj je úmerný spotrebe kyslíka a to tak, že na 1 liter O<sub>2</sub> sa uvoľní približne 20 kJ (4,8 kcal) energie, táto hodnota sa môže líšiť pre konkrétny druh živiny, ktorá je oxidovaná. Nazývame to energetický ekvivalent a má hodnotu 20,8 kJ/l (5 kcal/l) pre glukózu, 19,6 kJ/l (4,7 kcal/l) pre tuky a 19,4 kJ/l (4,6 kcal/l) pre aminokyseliny. Zo spotreby kyslíka následne môžeme vypočítať energetický výdaj. Napríklad pre glukózu platí, že pomer (molekulárny alebo objemový) CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, ktorý sa nazýva respiračný kvocient (respiratory quotient – RQ) je rovný jednej. To znamená, že pre oxidáciu glukózy sa využije rovnaký počet molov O<sub>2</sub>, ako sa vylúči CO<sub>2</sub>:



Pre stanovenie energetického výdaja nepriamou kalorimetriou potrebujeme poznať aj množstvo dusíka vylúčeného močom (v tele neprebíha úplná oxidácia bielkovín). Následne platí, že 1 g dusíku pochádza z 6,25 g proteínov. Z toho zistíme množstvo oxidovaných proteínov, na ktoré sa spotrebuje známe množstvo kyslíka. RQ proteínov je približne 0,82, z toho vypočítame, koľko oxidu uhličitého pochádza

z oxidácie proteínov. Po odčítaní spotrebovaného kyslíka a vydaného oxidu uhličitého z oxidácie proteínov, zvyšné objemy neproteínového CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> pochádzajú zo sacharidov a tukov. Z vypočítaného pomeru neproteínového RQ (non-protein respiratory quotient – nRQ) zistíme teda podiel sacharidov a lipidov. Výsledkom merania nepriamou kalorimetriou a merania odpadu dusíka v moči sú hodnoty energetického výdaja (kJ/deň alebo kcal/deň) a trojpomer oxidovaných substrátov (Duška, a iní, 2006). (Podrobnejšie vid' podkapitola [7.2.1](#))

Energeticky najbohatšie sú tuky (37 kJ/g; 8,8 kcal/g) a energetická hodnota sacharidov a proteínov je približne rovnaká (17 kJ/g; 4,1 kcal/g) (Duška, a iní, 2006).

### **Empirické stanovenie**

Pre kvalifikovaný odhad energetického výdaja sa najčastejšie v praxi používa Harris-Benedictova rovnica a to už z roku 1918. Rovnica bola zostavená z meraní pomocou indirektnej kalorimetrie zdravých jedincov, 136 mužov, 103 žien a 94 novorodencov. Boli porovnané rôzne vzťahy medzi fyziologickými a fyzikálnymi parametrami. Najpodstatnejšie korelácie ukázali vzťahy medzi váhou, výškou, vekom a pohlavím dospelých, u detí bol rozdiel medzi pohlaviami zanedbateľný (Harris, a iní, 1918). BMR môžeme vypočítať nasledovne:

Muži:  $BMR = 66,47 + 13,75 \times \text{hmotnosť} + 5,0 \times \text{výška} - 6,75 \times \text{vek}$ ,

Ženy:  $BMR = 665,09 + 9,56 \times \text{hmotnosť} + 1,84 \times \text{výška} - 4,67 \times \text{vek}$

kde, BMR je bazálny energetický výdaj v kcal/deň, hmotnosť dosadzujeme v kilogramoch, výšku v centimetroch a vek v rokoch (Zadák, 2008).

Za uplynulých vyše 100 rokov prebehlo mnoho validačných štúdií a všeobecne ukázali, že rovnica systematicky preceňuje mieru pokojového metabolizmu o 5 a viac percent (Frankenfield, a iní, 1998), navyše takto prepočítanú hodnotu BMR môžeme použiť len u normostenických dospelých jedincov bez akéhokoľvek pridruženého patologického stavu. Tieto rovnice nemôžeme použiť u ľudí s nadváhou, prípadne obéznych ľudí, u detí, tehotných a dojčiacich žien a u rôznych patológií, kedy sa tieto hodnoty značne líšia od skutočne nameraných, preto v takýchto prípadoch musia byť použité iné metódy (Zadák, a iní, 2011).

Na odhad energetického výdaja existuje aj mnoho iných matematických vzťahov, ďalšie príklady používaných rovníc sú:

Owenova rovnica: Muži:  $REE = 879 + 10,2 \times \text{hmotnosť}$

Ženy:  $REE = 795 + 7,18 \times \text{hmotnosť}$ ,

Miffinova rovnica: Muži:  $REE = 99,9 \times \text{hmotnosť} + 6,25 \times \text{výška} - 4,92 \times \text{vek} - 5$ ,

Ženy:  $REE = 9,99 \times \text{hmotnosť} + 6,25 \times \text{výška} - 4,92 \times \text{vek} - 161$ ,

kde REE (resting energy expenditure) je pokojový energetický výdaj v kcal/deň, hmotnosť dosadzujeme v kilogramoch, výšku v centimetroch a vek v rokoch (web andeal, 2019).

Na základe vypočítanej hodnoty REE ďalej môžeme vypočítať aktuálny energetický výdaj (actual energy expenditure – AEE’):

$$AEE' = BMR \times AF \times TF \times IF$$

kde, AF je faktor aktivity, TF je faktor telesnej teploty a IF predstavuje faktor poškodenia. Príklady jednotlivých faktorov zobrazuje tabuľka č. 4 (web muni).

**Tabuľka č. 4 Príklady možných dosadených faktorov**

AF		TF		IF	
Ležiaci pacient	1,1	37 °C	1	Nekomplikovaný pacient	1
Ležiaci ale mobilný pacient	1,2	38 °C	1,1	Pooperačný stav	1,1
Mobilný pacient	1,3	39 °C	1,2	Fraktúry	1,2
Zdravý, ľahko pracujúci	Ž: 1,55 M: 1,60	40 °C	1,3	Sepsa	1,3
Zdravý stredne ťažko pracujúci	Ž: 1,64 M: 1,78	41 °C	1,4	Peritonitída	1,4
Zdravý ťažko pracujúci	Ž: 1,82 M: 2,10			Viacpočetné poranenia	1,5

*AF – faktor aktivity, TF – faktor telesnej teploty, IF – faktor poškodenia, M – muži, Ž – ženy*

**Zdroj: web muni (prepracované z textu do tabuľky)**

Ak by sme chceli použiť korekčných faktorov vynechať, môžeme pre výpočet AEE' použiť Ireton-Jonesovu rovnicu u spontánne dýchajúceho pacienta [kcal/deň]:

$$AEE' = (629 - 11 \times \text{vek}) + 25 \times \text{hmotnosť} + 609 \times O$$

alebo rovnicu upravenú pre pacienta na respirátore:

$$AEE' = (1784 - 11 \times \text{vek}) + 5 \times \text{hmotnosť} + 244 \times S + 239 \times I + 804 \times B$$

kde, O je prítomnosť obezity BMI > 27 (O = 1, ak je obezita prítomná; O = 0, ak nejde o obézneho jedinca), S je pohlavie (muž = 1, žena = 0) a B označuje prítomnosť (B = 1) alebo neprítomnosť (B = 0) popáleniny (Zadák, a iní, 2011).



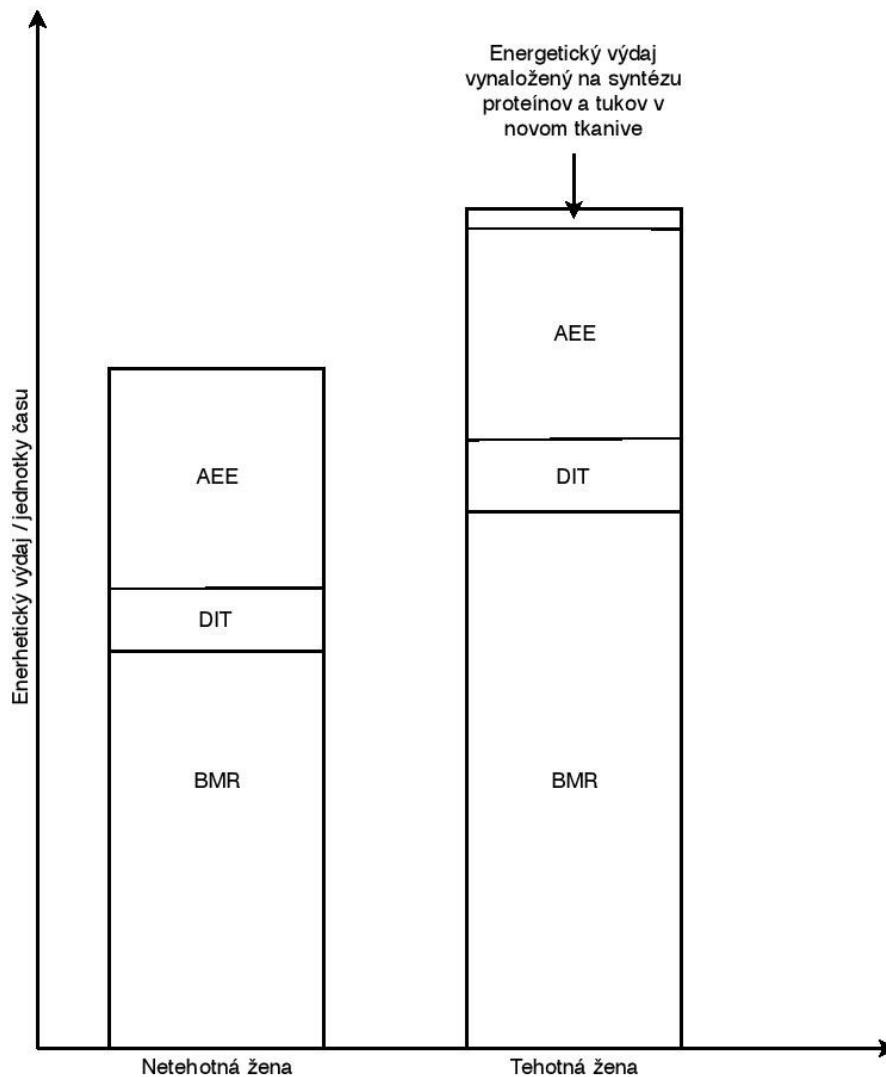
## Stanovenie pomocou izotopov

Princípom stanovenia energetického výdaja pomocou izotopov je aplikácia dvojito značenej vody (double-labelled water technique) a stanovenie produkcie oxidu uhličitého na základe eliminácie vodíku a kyslíku. Po jednorázovom perorálnom podaní dvojito značenej vody ( $^2\text{H}_2$   $^{18}\text{O}$ ) sa meria rýchlosť eliminácie oboch izotopov vo forme  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{CO}_2$  v moči, krvi a slinách po dobu dvoch biologických polčasov, čomu odpovedá doba dvoch týždňov u dospelých a jednému týždňu u detí. Na základe eliminácie  $^2\text{H}$  a  $^{18}\text{O}$  môžeme vypočítať produkciu  $\text{CO}_2$  a pomocou energetického ekvivalentu  $\text{CO}_2$  vypočítať aj energetický výdaj. Energetický ekvivalent  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$  závisí na RQ. Pohybuje sa v rozmedzí od 21,0 kJ/l (5 kcal/l)  $\text{CO}_2$  (pre RQ=1) do 27,7 kJ/l (6,6 kcal/l)  $\text{CO}_2$  (pre RQ=0,7). Tento spôsob však neumožňuje meranie oxidácie jednotlivých substrátov (Holeček, 2016).

### 5.3.4 Energetické náklady na tehotenstvo

Behom tehotenstva má bazálny metabolizmus tendenciu narastať (viď obrázok č. 1). Rozdelené na trimestre je to nárast o približne 4 % v prvom, o 10 % v druhom a o 24 % v treťom trimestri. Tento nárast spájame so syntézou nových tkanív, so zvýšením ich hmotnosti a s nárastom kardiovaskulárnej, renálnej a dýchacej práce. Forsum a iní však dodávajú, že súvislosť nárastu BMI s jednotlivými parametrami nie sú jednoznačné a rôzne štúdie vykazujú odlišné závislosti (Forsum, a iní, 2007).

**Obrázok č. 1 Celkový energetický výdaj, názorné porovnanie tehotných a netehotných žien**



*AEE – energia spotrebovaná na fyzickú aktivitu, BMR – bazálny metabolizmus, DIT – termogenéza indukovaná stravou*

**Zdroj: Forsum a iní, 2007 (upravené)**

Hronek a iní vypracovali štúdiu pre odvodenie novej rovnice na výpočet REE u tehotných žien, ktorá vychádza z rovnice Harris-Benedicta. Pracovali s dvoma skupinami zdravých tehotných žien, prvá (31 žien) slúžila na samotné odvodenie rovnice a druhá skupina (121 žien) bola určená na jej overenie. Vypočítané hodnoty následne porovnávali s hodnotami nameranými pomocou nepriamej kalorimetrie. Touto rovnicou môžeme predikovať REE v kilokalóriách u tehotných žien (P REE):

$$P_{REE}: 346,44 + 13,96 \times \text{hmotnosť} + 2,70 \times \text{výška} - 6,83 \times \text{vek}$$

kde, za hmotnosť dosadzujeme aktuálnu váhu počas tehotenstva, výšku v centimetroch a vek v rokoch (Hronek, a iní, 2009).

Koncepcia energetickej rovnováhy je základom porozumenia ľudským požiadavkám na energiu prijímanú potravou. To znamená, že príjem energie je v optimálnom prípade ekvivalentný výdaju, ktorý je prispôsobený zmenám v energetických zásobách tela. U tehotných žien je najčastejšie zaznamenaný práve pozitívny energetický príjem (Frosum, a iní, 2007).

Príjem potravy počas tehotenstva musí zabezpečiť dostatok energie, ktorá zabezpečí pôrod zdravého dieťaťa v adekvátnej váhe a telesnej kompozícii. Je preto dôležité, aby žena bola v dobrom nutričnom stave a ideálnej váhe už pred počatím. Prísun energie je potrebný pre zabezpečenie rastu plodu, placenty a ďalších materských tkanív a taktiež pre tvorbu energetických zásob ako prípravu na laktáciu pre novonarodené dieťa (WHO/FAO/UNU, 2004).

Existujú odporúčania pre ideálny príjem energie a nárast hmotnosti behom tehotenstva, je však dôležité podotknúť, že tieto odporúčania musia byť populačne špecifické z dôvodu rozdielov v stavbe tela, životného štýlu a základného nutričného stavu danej populácie. Ženy z bohatých alebo ekonomicky rozvinutých spoločností môžu mať počas tehotenstva iné energetické potreby ako ženy z rozvojových oblastí s nízkymi príjmami. Ďalšie odporúčania sa líšia s ohľadom na zdravotný stav matky a dieťaťa, či nutričným statusom už pred otehotnením, ako je nadváha, prípadne podváha ženy (WHO/FAO/UNU, 2004).

### **5.3.5 Optimálny gestačný prírastok**

V tehotenstve sa BMR zvyšuje kvôli zvýšeným energetickým nákladom na celkové tehotenstvo. Energia sa spotrebúva na rast plodu a placenty, tvorbu plodovej vody a materského tuku, nárast prsného tkaniva a maternice, ďalej je zvýšená aj spotreba kyslíka v dôsledku materského obehu krvi. Tehotenská výživa preto musí poskytovať dostatok energie pre obvyklé požiadavky matky a navyše pre potreby rastúceho plodu (Hronek, a iní, 2009).

Aby bolo možné určiť energetické náklady na tehotenstvo, je potrebné stanoviť žiadúci prírastok gestačnej hmotnosti (Butte, a iní, 2005). U žien s normálnou váhou (index telesnej hmotnosti (body mass index – BMI) medzi 18,5 a 24,9 kg/m<sup>2</sup>), je stanovený odporúčaný váhový prírastok počas tehotenstva na 11,5 – 16 kg. V rámci tohto rozsahu sú minimalizované viaceré riziká (Most, a iní, 2019). Optimálny nárast hmotnosti je teda taký, ktorý súvisí s ideálnym výsledkom pre matku z hľadiska minimalizácie komplikácií behom tehotenstva i pôrodu. Je to determinant aj pre udržanie hmotnosti po pôrode, laktačného výkonu, ale aj úmrtnosti matiek. Pre dieťa je tento prírastok hmotnosti dôležitý z hľadiska rastu, mortality a morbiditu (Butte, a iní, 2005).

Náklady na uloženie energie vo forme tkaniva sa odhadujú na 30 MJ (7200 kcal) pre plod a 112 MJ (26 700 kcal) pre matku alebo ako 29 MJ (6900 kcal) pre bielkoviny a 113 MJ (27000 kcal) pre tuk (matky a plod spolu). Za predpokladu, že náklady na uloženie budú 39 kJ/g (9,3 kcal/g), celkové náklady na získanie tuku sú preto 98 MJ (24 400 kcal) pre matku a 16 MJ (3800 kcal) pre plod. Rozložením na trimestre to odpovedá približne 0,4; 0,7 a 0,5 MJ/deň (95, 165 a 120 kcal/deň) v prvom, druhom a tretom trimestri (Prentice, a iní, 1996).

### **5.3.6 Energetické náklady na obdobie dojčenia**

Energetické potreby dojčiacej ženy sú definované ako príjem energie z potravy, ktoré zabezpečia energetické výdavky potrebné na udržanie telesnej hmotnosti a zloženie tela, úroveň fyzickej aktivity a produkciu materského mlieka a zaisťujú tak dobrý zdravotný stav ženy i dieťaťa (WHO/FAO/UNU, 2004).

V období dojčenia matka potrebuje extra energiu na produkciu mlieka a je nutné ju prirátat k celkovým energetickým potrebám tela ženy. V období do druhého mesiaca po pôrode ide o približne 2490 kJ/deň (595 kcal/deň), v nasledujúcich mesiacoch asi 2805 kJ/deň (670 kcal/deň) to všetko platí pre výhradne dojčiace matky bez príkrmov. V prípade, že žena chce postupne chudnúť, je potrebný čistý prírastok aspoň 2093 kJ/deň (500 kcal/deň). Tieto hodnoty pričítame k celkovým denným energetickým výdavkom ženy, ktoré sú počas laktácie nižšie oproti netehotným a nedojčiacim ženám najmä kvôli nižšej fyzickej aktivite v tomto období. Celkové energetické potreby

výhradne dojčiacich žien sa po súčte pohybujú medzi 10 467 kJ/deň (2500 kcal/deň) a 13 816 kJ/deň (3300 kcal/deň). Existuje málo dôkazov o tom, žeby počas laktácie organizmus ženy šetril energiou na bazálny metabolizmus, alebo na termogénu indukovanú stravou, napriek tomu, že fyzická aktivita sa zníži počas ranného popôrodného obdobia. Počas tehotenstva sa vytvárajú dostatočné tukové zásoby na to, aby negatívna energetická bilancia ovplyvnila laktáciu (Dewey, 1997).

Kalorická hodnota materského mlieka sa pohybuje medzi 2,8 – 3,1 kJ/g (0,68 – 0,74 kcal/g) a závisí od pomerov obsahu bielkovín, tukov, sacharidov a laktózy. Mlieko obsahuje približne 37-40 g/l tuku a tvorí vyše polovicu energetického obsahu, laktóza 70-74 g/l, čo je asi 40-45 % celkovej energie. Ďalej bielkoviny len asi 9-10 g/l, to je 5-6 % energie. Aj napriek tomu, že sa tieto pomery počas obdobia dojčenia menia, má to len malý vplyv na jeho energetický obsah (Dewey, 1997).

Matka by preto mala zvýšiť najmä príjem bielkovín a to na 15 g/deň pri koncentrácii mliečnych bielkovín v materskom mlieku 11 g/l. Ak vezmeme do úvahy aj proteínové náklady na neproteínový dusík v materskom mlieku, príjem bielkovín je potrebné zvýšiť až o 20 g/deň. V prípade, že žena príjme menej bielkovín neovplyvní to objem mlieka, ale môžu sa zmeniť frakcie mliečného dusíka (Dewey, 1997).

## **5.4 Fyzická aktivita**

Fyzická aktivita je akýkoľvek pohyb tela, vykonávaný pomocou kostrového svalstva, ktorý si vyžaduje výdaj energie. Cvičenie je definované ako fyzická aktivita, ktorá je plánovaná, štruktúrovaná a pozostávajúca z pravidelných pohybových opakovaní, zameraná na zlepšenie fyzickej zdatnosti, čo je základom zdravého životného štýlu (ACOG Committee Opinion No. 650, 2015).

Podľa amerických odporúčaní by dospelý mal vykonávať fyzickú aktivitu strednej intenzity 150-300 minút týždenne, alebo v podobe intenzívnej aeróbnej aktivity 75-150 minút týždenne. Dospelí by mali taktiež vykonávať činnosti zamerané na posilnenie svalov so zapojením všetkých svalových skupín 2 alebo viac dní v týždni. U tehotných žien je toto odporúčanie upravené na 150 minút aeróbnej aktivity strednej intenzity týždenne. Ideálne rovnomerne rozložená na celý týždeň. Dodávajú, že ak žena bola

aktívna už pred otehotnením, môže pokračovať počas tehotenstva v cvičení aj vo vyššej intenzite (ACOG Committee Opinion No. 650, 2015).

#### **5.4.1 Dopady na zdravie človeka**

Všetci odborníci sa zhodujú na tom, že venovanie sa pravidelnému cvičeniu je zdraviu prospešné. Vo všeobecnosti môžeme hovoriť o viacerých benefitoch pre organizmus človeka, jednými z mnohých sú napríklad:

- zlepšenie stavby kostí a hmotnosti u detí od 3 do 17 rokov,
- sú pozorované zlepšené kognitívne funkcie,
- cvičenie vedie k mentálnemu zdraviu, vrátane zníženia úzkosti, rizika depresie,
- zlepšuje sa kvalita spánku,
- zlepšuje sa fyzická zdatnosť, kvalita života,
- u tehotných sa znižuje riziko nadmerného váhového prírastku, vzniku gestačnej cukrovky a popôrodnej depresie,
- u starších sa znižuje riziko úrazov spôsobené pádom,
- znižuje sa riziko vzniku rôznych chronických ochorení ako napríklad ischemická choroba srdca, infarkt, diabetes mellitus II. typu, rakovina, obezita, hypertenzia, osteoporóza, vysoký cholesterol,
- u pacientov trpiacimi chronickými chorobami sa znižuje riziko všetkých príčin úmrtnosti (HHS, 2018).

#### **5.4.2 Špecifiká fyzickej aktivity v tehotenstve**

Pohyb u tehotných žien vedie nie len k psychickej a fyzickej kondícii, ale napomáha aj telo pripraviť na rýchlejší a najlepší pôrod. Niektoré štúdie prišli s výsledkom, že ženám ktoré počas tehotenstva cvičili sa skrátila dĺžka pôrodu, boli zaznamenané menšie komplikácie, menej žien rodilo cisárskym rezom, a navyše sa ženy po pôrode zotavili skôr v porovnaní s necvičiacimi (Pařízek, 2015).

Tehotenstvo a zmeny organizmu s ním súvisiace nebránia ženám v pravidelnej športovej činnosti. Je však nutné prispôbiť intenzitu cvičenia hlavne počas II. a III.

trimestra, kedy maternica svojimi rozmermi bráni v pohyblivosti trupu a dýchacím pohybom bránice. Ženy trpia bolesťami chrbtice najmä v bedrovej a krížovej časti. Často to býva aj dôvodom obmedzenia pohybu počas tehotenstva, ale práve pravidelná mierna športová aktivita je prospešná pre prevenciu týchto problémov, navyše udržiava aj správny krvný tlak a dychovú činnosť (Pařízek, 2015).

Tehotenstvo si ale vyžaduje určité obmedzenia pre vykonávanie športových aktivít. Žena by nemala cvičiť do úplného vyčerpania, telesná teplota pri cvičení nemá presiahnuť 38 °C, cvičenie nemá vyvolávať zvýšenie vnútrobrušného tlaku. Aktivita nemá súvisieť so zadržiavaním dychu a nižším prísunom kyslíku. Žena sa nemá vystavovať vysokohorskému prostrediu nad 2500 m nad morom, ale i prostrediu, kde by mohlo dôjsť k prechladnutiu a prevlhnutiu. A najmä by tieto ženy nemali vykonávať aktivity, ktoré by mohli priamo ohrozovať plod zranením brušnej dutiny (Pařízek, 2015)

Ak žena pred tehotenstvom cvičila, môže vykonávať športovú aktivitu s týmito opatreniami naďalej. Na druhú stranu, ak žena nie je zvyknutá športovať, mala by si vyberať cvičenia, ktoré sú priamo doporučené pre tehotné (Pařízek, 2015).

Podľa Medzinárodnej zdravotníckej organizácie (World Health Organization, WHO) je ideálnym športom plávanie. Tento druh aktivity má mnoho benefitov. Podporuje krvný obeh, ale nezaťažuje obehovú sústavu, napomáha črevným pohybom a uľavuje od zápchy, uvoľňuje napätie a stres, zmierňuje bolesti chrbtice, podporuje správne držanie tela, zvyšuje napätie cievnej steny a zlepšuje návrat krvi zo žíl. Navyše pri dýchaní do vody sa žena učí správne dýchať, ktoré využije pri pôrode, voda navyše umožňuje aj polohu na bruchu. Plávanie nie je jediná možná aktivita počas tehotenstva. Pre tieto ženy je vhodný aj napríklad aerobik, pilates, jóga, rýchla chôdza a iné (Hanáková, a iní, 2015).

Aby matka a dieťa mohli ťažiť z fyzickej aktivity, mali by sa tehotné ženy bez kontraindikácií nabádať k účasti na pravidelnej fyzickej aktivite, alebo k tomu, aby zostali aktívne. Zdravé tehotné ženy by mali cvičiť najmenej 150 minút týždenne (20 až 30 minút denne počas väčšiny dní, alebo po všetky dni v týždni) v miernej až intenzívnej aeróbnej intenzite (Ferrari, a iní, 2017).

### **5.4.3 Fyzická aktivita počas obdobia dojčenia**

Po pôrode by ženy postupne mali obnovovať fyzickú aktivitu a cvičenie. Odporúča sa začať hneď ako im to ich zdravotný stav dovolí, k tomu je potrebné zohľadniť typ a priebeh pôrodu. Cvičenie je dôležité pre podporu celoživotných zdravých návykov (ACOG Committee Opinion No. 650, 2015).

Rekonvalescencia po pôrode zvyčajne trvá 6-8 týždňov a fyziologické a anatomické zmeny sa vrátia do stavu pred otehotnením. Následne môže žena zahájiť cvičenie. Okrem zníženia hmotnosti a odvrátenia stavu nadváhy až obezity, zníženia pravdepodobnosti diabetu mellitu II. typu a hypertenzie má u týchto žien cvičenie vplyv aj na popôrodnú depresiu (Artal, 2019).

Vhodné je začínať posilňovaním svalov panvového dna Kegellovými cvikmi a znížiť tak popôrodnú inkontinenciu moču. Týmito nenáročnými cvičeniami je možné začať už pár dní po pôrode. Žena môže na intenzite a náročnosti cvikov postupne pridávať a okrem brušných svalov a svalov panvového dna je dôležité zamerať sa aj na chrbticu, ktorá je v období dojčenia a starostlivosti o dieťa mimoriadne namáhaná. S intenzívnym tréningom môže žena začať až po ukončení šestonedelia (Hrabčáková, 2013). Takéto aeróbne cvičenie u dojčiacich žien zlepšuje kardiovaskulárnu kondíciu bez negatívneho ovplyvnenia produkcie a kompozície materského mlieka. Neodporúča sa však cvičiť na maximálny výkon, v tomto prípade sa v materskom mlieku zvyšuje koncentrácia kyseliny mliečnej, čo môže spôsobiť odmietanie mlieka dieťaťom. Vhodnejšie je preto dojsť pred vykonávaním fyzickej aktivity, týmto žena predchádza aj diskomfortu prsníkov (Artal, 2019).

## **5.5 Zmeny energetických nákladov na fyzickú aktivitu počas tehotenstva**

Počas tehotenstva sa môžu energetické náklady na danú činnosť zvýšiť v dôsledku nárastu telesnej hmotnosti, najmä ak aktivita zahŕňa pohyb celého tela. Množstvo vydananej energie sa za bežných okolností môže meniť, čo je výsledkom zmien správania vzhľadom na typ aktivity a tempo, alebo intenzitu v ktorej je vykonávaná (Prentice, a iní, 1996).



Prentice preskúmal štúdie, v ktorých sa zmeny v energetických nákladoch na vybrané činnosti merali za laboratórnych podmienok pri štandardnom tempe a/alebo intenzite. Zahrnuté boli iba štúdie, ktoré poskytli aj údaje o bazálnom alebo pokojovom metabolizme, takže bolo možné určiť čisté náklady na aktivitu (Prentice, a iní, 1996).

Štúdie (Uleland, a iní, 1973; Blackburn, a iní, 1974; Pernoll, a iní, 1975; Blackburn, a iní, 1976; Edward, a iní, 1981; de Groot, a iní, 1994; Prentice, a iní, 1989; Blackburn, a iní, 1985; Seitchik, 1967; Spaaij, 1993) sa uskutočnili v rozvinutých krajinách a zaznamenávali zmeny v energetických nákladoch na bicyklovanie. Vo väčšine štúdií bol pozorovaný pokles energetických nákladov na cyklistiku v porovnaní s netehotnými ženami a až v posledných piatich týždňoch tehotenstva bol zaznamenaný nárast a to v priemere o 0,8 kJ/min, alebo 0,2 kcal/min (6 %). Miera fyzickej aktivity sa počas tehotenstva postupne a takmer lineárne znižovala, ku koncu tehotenstva až o približne 15 %. Zdá sa, že náklady na cyklistiku počas tehotenstva nie sú úmerné zmene bazálneho metabolizmu (Prentice, a iní, 1989).

Ďalšie preskúmané štúdie (van Raaij, a iní, 1990; Durin, 1991; Thongprasert, a iní, 1986; Heini, a iní, 1992; Poppitt, a iní, 1993; Blackburn, a iní, 1985), ktoré prebehli vo vyspelých krajinách ukázali aj napriek prírastku na váhe, že energia spotrebovaná na chôdzu meraná na bežiacom páse sa nezmenila až do približne 25. týždňa tehotenstva. Potom bolo pozorované zvýšenie priemerne o 2,7 kJ/min, teda 0,6 kcal/min (19 %). U týchto žien miera fyzickej aktivity bola mierne znížená počas gravidity a do konca tehotenstva bola v priemere o 8,7 % pod základnou hodnotou (Prentice, a iní, 1989).

Nagy a King merali okrem pokojového metabolizmu aj energetický výdaj vynaložený na 400 m chôdze vlastným tempom meraných na bežiacom páse u tehotných žien skorého aj pokročilého štádia tehotenstva a takisto aj u netehotných žien. Z ich štúdie vyplýva, že tempo u tehotných v posledných týždňoch tehotenstva bolo o 20 % pomalšie ako u žien v počiatkovej fáze tehotenstva. Ale pri porovnávaní žien časného tehotenstva so ženami v 35. a 40. týždni, ich tempo bolo len o 4,5 % pomalšie ako v týždňoch 15 až 25. Tieto údaje naznačujú, že individuálne behaviorálne rozdiely majú väčší vplyv na tempo ako na štádium tehotenstva. Zníženie tempa znížilo

mieru energetických výdajov na kilogram telesnej hmotnosti pri chôdzi v dĺžke 400 m. Z týchto údajov Nagy a King predpokladajú, že v tehotenstve je telesná hmotnosť hlavným determinantom výdaja energie, či už počas odpočinku alebo fyzickej aktivity (Nagy, a iní, 1983).

## **5.6 Zmeny energetických nákladov na fyzickú aktivitu v období dojčenia**

Vo všeobecnosti sa v období dojčenia predpokladá zvýšený energetický výdaj na fyzickú aktivitu z dôvodu úspory energie organizmu na samotnú laktáciu. V štúdiách sa používa energetická efektívnosť, čo je pomer vykonanej práce k zmene vynaloženej energie (Bender, a iní, 2017).

V jednej zo štúdií (Spurr, a iní, 1998) porovnávali energetickú efektívnosť na bicyklovanie u gambijských netehotných a zároveň nedojčiacich žien s dojčiacimi ženami. Výsledkom bolo, že ženy v období laktácie vykazovali výrazne vyššiu energetickú efektívnosť. Tento nárast bol približne o 5 %, čo už považujeme za biologicky významný výsledok (Bender, a iní, 2017).

Iná štúdia (Spaaij, a iní, 1994) s holandskými ženami zaznamenala vyššiu energetickú efektívnosť na bicyklovanie u dojčiacich žien oproti druhej skupine, no rozdiely oproti netehotnými a nedojčiacimi ženami neboli štatisticky významné (Bender, a iní, 2017).

Bender a iní pomocou cvičení s postupným zvyšovaním intenzity porovnával rovnaké skupiny žien v USA a táto štúdia opäť nezaznamenala žiadne zmeny (Bender, a iní, 2017).

## 6. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

V našom výskume sme sa zamerali na tehotné a dojčiace ženy. Merania prebiehali ráno, ženy prichádzali nalačno. Po úvodným rozhovore prebiehalo prvé meranie – nepriama kalorimetria. Samotné meranie kalorimetrom trvalo približne 15-20 minút, následne sme ženám merali krvný tlak, obvody tela, výšku, hmotnosť. Zisťovali sme zloženie tela metódou bioimpedančnej analýzy, kaliperom sme merali podkožný tuk, ďalej sme merali svalovú silu a výdrž na dolných a horných končatinách a nakoniec sme vykonali spirometrické meranie. Celkové vyšetrenie trvalo asi hodinu. Týždeň pred plánovaným vyšetrením, mali ženy za úlohu do dotazníku (viď [príloha č. 1](#)) detailne zaznamenávať prijatú stravu a vykonávanú aktivitu. Na tieto merania nosili aj zber moču za posledných 24 hodín.

V tejto práci zisťujeme u tehotných a dojčiacich žien vplyv fyzickej aktivity, získavanú práve z dotazníkov, na energetický metabolizmus meraný nepriamym kalorimetrom.

### 6.1 Metodika

Meranie energetického metabolizmu prebiehalo metódou nepriamej kalorimetrie pomocou prístroja *Indirect calorimeter Vmax Encore* (SensorMedics, California, USA).

Podľa zásad merania nepriamou kalorimetriou ženy prichádzali na vyšetrenie ráno nalačno (12h po poslednom jedle), po príchode sme ženy nechali fyzicky a psychicky sa upokojiť, meranie prebiehalo v ľahu na chrbte (pre najlepšie pohodlie), v bdelom stave, pri izbovej teplote 20-25°C, stlmenom svetle a tichu. Pre určenie presných výsledkov z tohto merania ženy so sebou nosili moč za posledných 24 hodín, z ktorého sme odobrali vzorku na stanovenie obsahu dusíku pre výpočet oxidácie bielkovín.

### 6.1.1 Princíp metódy nepriamej kalorimetrie

Základný princíp nepriamej kalorimetrie sme opísali v kapitole [6.3.2](#). Kalorimetria vychádza z predpokladu, že spotreba kyslíku v bunkách a výdaj oxidu uhličitého bunkami závisí kvantitatívne na oxidácii jednotlivých nutričných substrátov. Ďalej predpokladá, že oba tieto plyny prechádzajú pľúcami do dychu, chovajú sa ako ideálny plyn a nehromadia sa v organizme. Problémom prípadných vzniknutých nepresností môže byť to, že ani jeden z týchto plynov sa z fyzikálneho hľadiska v skutočnosti nechová ako ideálny a spotreba kyslíku spojená s tvorbou ATP sa nedá odlíšiť od spotreby kyslíku, ktorá je viazaná na tvorbu aktívnych kyslíkových radikálov (Zadák, 2008).

Väčšina nových prístrojov používa na meranie tzv. otvorený systém, v našom prípade za využitia dvojcestného ventilu. Súčasťami kalorimetra sú analyzátor plynov, merač objemu vdychovaného a vydychovaného vzduchu, procesor pre spracovanie nameraných dát a kanopa (Zadák, 2008).

Pred samotným meraním je potrebné prístroj dvojkrokovy skalibrovať. Prvá manuálna kalibrácia sa vykonáva vždy po zapnutí a naštartovaní prístroja pomocou prietokového snímača, čím sa testuje objem plynu. Druhú, automatickú kalibráciu, ktorou sa testuje koncentrácia dýchacích plynov, je potrebné previesť pred každým kalorimetrickým meraním.

Meranie prebieha tak, že osoba leží pod priehľadnou kanopou a vzduchové čerpadlo zabezpečuje prietok definovaného množstva vzduchu, ktorý vyšetovaný vdychuje a za spotreby kyslíku následne vydychuje oxid uhličitý. Vzduch z kanyly je potom odvádzaný do analyzátoru plynov, ktorý presne stanovuje objemy spotrebovaného kyslíku ( $VO_2$ ) a vydychovaného oxidu uhličitého ( $VCO_2$ ). Počítačový program z týchto hodnôt prepočíta energetický výdaj a oxidáciu jednotlivých substrátov u vyšetovaných osôb (Zadák, a iní, 2011).

### 6.1.2 Používané výpočty

Kalorimetrický software vyhodnocuje RQ, čo je podiel vydychovaného oxidu uhličitého a vdychovaného kyslíku:

$$RQ = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

Keďže v tele nedochádza k úplnému metabolizmu proteínov, výmena plynov sa koriguje na nRQ. Pre výpočet nRQ je potrebné stanoviť množstvo dusíku vylúčeného močom (urinary nitrogen - UN). Potom môžeme predpokladať, že oxidáciou 6,25 g bielkovín sa do moču uvoľní 1 g dusíku.

$$nRQ = \frac{VCO_2 \times 4,8 \text{ UN}}{VO_2 \times 5,9 \text{ UN}}$$

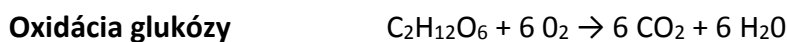
kde,  $VO_2$  a  $VCO_2$  dosadzujeme v l/deň a UN je odpad dusíku v moči v g/deň (Zadák, a iní, 2011).

Na laboratórne stanovenie odpadu dusíku sa využíva metóda UV kinetickej analýzy moču zbieraného po dobu 24 hodín a následne sa prepočítava vzťahom:

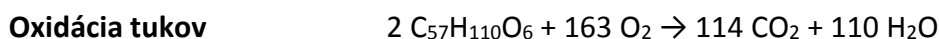
$$UN = U \times V \times 0,028 \times 1,5$$

kde, UN je odpad dusíku v moči (g/deň), U je odpad urey v moči za 24h (mmol/l), V je objem moču nazbieraného za 24h (l), 0,028 predstavuje faktor prepočtu molov urey na gram urey a hodnota 1,5 je faktor korigujúci hodnotu celkového dusíku extrarenálnou cestou (Zadák, a iní, 2011).

Oxidáciu týchto živín môžeme vypočítať podľa jednotlivých nutričných substrátov nasledovne:



Z toho vyplýva, že RQ cukrov =  $\frac{6CO_2}{6O_2} = 1$  a na oxidáciu 1 g glukózy je potrebné 0,747 l kyslíku za vzniku 0,474 l oxidu uhličitého.



Z rovnice vyplýva, že RQ tukov =  $\frac{114 CO_2}{163 O_2} = 0,7$  a na oxidáciu 1 g tukov je potrebné 2,029 l kyslíku za vzniku 1,43 l oxidu uhličitého.

## Oxidácia bielkovín

Presná chemická štruktúra nie je známa, preto sa RQ vypočíta nepriamym spôsobom. RQ bielkovín  $\cong 0,82$  a na oxidáciu 1 g bielkovín je potrebné 0,966 l kyslíku za vzniku 0,782 l oxidu uhličitého (Zadák, a iní, 2011).

Z týchto chemických rovníc a pomerov RQ vyplýva, že na oxidáciu bielkovín a tukov organizmus potrebuje viac  $O_2$ , ako v prípade sacharidov.

### 6.1.3 Výpočet pokojového energetického výdaja a oxidácie nutričných substrátov

Základný vzťah pre výpočet pokojového energetického metabolizmu (kcal/deň) je Weirova rovnica, do ktorej dosadzujeme namerané hodnoty  $VCO_2$  a  $VO_2$  [l/deň]:

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

Pre presnejší výpočet energetického výdaja a oxidácie substrátov, indirektný kalorimeter vyhodnocuje tieto parametre na základe hodnôt RQ a nRQ, podľa vzťahov (Zadák, a iní, 2011):

$$\text{pre nRQ} < 0,706 \quad REE = [(4360 \times VO_2) + (450 \times VCO_2)] \times 1,44 - 1,57 \times UN$$

$$\text{pre nRQ } 0,706 - 1,0 \quad REE = [(3940 \times VO_2) + (1106 \times VCO_2)] \times 1,44 - 2,17 \times UN$$

$$\text{pre nRQ} > 1,0 \quad REE = [(3818 \times VO_2) + (1223 \times VCO_2)] \times 1,44 - 1,994 \times UN$$

Vzťahy pre výpočet oxidácie jednotlivých substrátov sú nasledovné:

#### Podiel zo sacharidov (CHO)

V g/deň

$$\text{pre nRQ} < 0,706 \quad CHO = -3,590 \times VCO_2 \times 1440 + 2,540 \times VO_2 \times 1440 + 2,050 \times UN$$

$$\text{pre nRQ } 0,706 - 1,0 \quad CHO = 4115 \times VCO_2 \times 1440 - 2,909 \times VO_2 \times 1440 - 2,539 \times UN$$

$$\text{pre nRQ} > 1,0 \quad CHO = -0,187 \times VCO_2 \times 1440 + 1,393 \times VO_2 \times 1440 - 6,892 \times UN$$

V kcal/deň

pre nRQ < 0,706      CHO\_K = CHO x 1,72

pre nRQ > 0,706      CHO\_K = CHO x 4,18

### **Podiel z tukov (FAT)**

V g/deň

pre nRQ < 0,706      FAT = 0,70 x VCO<sub>2</sub> x 1440 – 3,39 x UN

pre nRQ > 0,706      FAT = 1,689 x VO<sub>2</sub> x 1440 – 1,689 x VCO<sub>2</sub> x 1440 – 1,943 x UN

V kcal/deň

pre nRQ < 1,0      FAT\_K = FAT x 9,46

pre nRQ > 1,0      FAT\_K = FAT x 1,089

### **Podiel z bielkovín (PRO)**

V g/deň

0,65 < nRQ < 1,25      PRO = 6,25 x UN

V kcal/deň      PRO\_K = 4,32 x PRO

Po vypočítaní vyššie uvedených vzťahov a spočítaním podielov jednotlivých substrátov možno dospieť k výslednému energetickému výdaju (Zadák, a iní, 2011).

### **Celkový pokojový energetický výdaj:**

$$\text{TOT\_KCAL} = \text{CHO\_K} + \text{FAT\_K} + \text{PRO\_K}$$

#### **6.1.4 Princíp vyhodnocovania dotazníkov**

Dotazník, ktorý mali ženy za úlohu vyplňať, sme prevzali z diplomovej práce PharmDr. Petry Sovišovej (Sovišová, 2008). Všetky ženy boli poučené o zásadách vyplňania dotazníka, aby bol vyplňaný pravdivo a aby súčet trvania činností za jeden deň bol 24 hodín. Následne z doby trvania jednotlivých činností, z hodnôt REE nameraných nepriamym kalorimetrom a hodnoty metabolického ekvivalentu (metabolic equivalent – MET) pre jednotlivé činnosti sa pre každý deň vypočítal TEE (Ainsworth, a iní, 2011).

Pretože rôzne aktivity sa medzi sebou líšia vo svojej náročnosti, bol zadaný metabolický ekvivalent. MET je pomer rýchlosti pracovného metabolizmu k rýchlosti pokojového metabolizmu. 1 MET je definovaný ako 1 kcal/kg/hodina, čo približne zodpovedá nákladom na sedenie v tichu a pokoji. MET môže byť taktiež definovaný ako príjem kyslíka v ml/kg/min, pričom 1 MET zodpovedá spotrebe kyslíka počas sedenia v tichu a pokoji, čo sa rovná 3,5 ml/kg/min (Ainsworth, a iní, 2011).

Pre použitie MET v dotazníkoch pre epidemiologické štúdie zaoberajúcimi sa fyzickou aktivitou, bolo vyvinuté Kompendium fyzických aktivít pre dospelých (Adult Compendium of Physical Activities). Pre našu štúdiu bolo použité kompendium z roku 2011, ktoré rozdeľuje jednotlivé aktivity do 21 kategórií. Uvádzané MET sú štandardnými MET a nezohľadňujú úroveň MET podľa veku, telesnej hmotnosti a pohlavia. Ďalšou limitáciou použitia MET je to, že tieto štandardné hodnoty nezahŕňajú prispôsobivosť tela na fyzickú aktivitu. To napríklad znamená, že trénovaný jedinec dokáže vykonávať ťažšiu fyzickú aktivitu pri nižšom stupni zaťaženia v porovnaní s netrénovanou osobou (Ainsworth, a iní, 2011).

## **6.2 Štatistické hodnotenie**

Výsledky boli vyhodnotené v programe *GraphPad Prism* (verzia 8.4.0). Normalita dát bola hodnotená pomocou D'Agostino & Pearsonova testu. Sledované parametre boli podrobené deskriptívnej štatistike. Výsledky sú vyjadrené ako priemer  $\pm$  smerodajná odchýlka alebo medián (25% percentil; 75% percentil). Rozdiely medzi



jednotlivými obdobiami boli hodnotené pomocou Mixed-effect modelu s Tukey's multiple comparisons testom alebo Kruskal-Wallisovým s Dunn's multiple comparisons testom. Asociácia medzi parametrami bola hodnotená pomocou Pearsonovho alebo Spearmanovho korelačného koeficientu. Hladina štatistickej významnosti bola akceptovaná pri  $P \leq 0,05$ .

## **7. VÝSLEDKY**

### **7.1 Výber žien a priebeh meraní**

Nášho výskumu sa zúčastnili spočiatku tehotné ženy, neskôr dojčiace, vo veku od 23 do 35 rokov. Merania prebiehali na pôde Katedry biologických a lekánských vied Farmaceutickej fakulty Karlovej univerzity v Hradci Králové pod vedením PharmDr. Miroslava Kovaříka, Ph.D.. Všetky zúčastnené boli prvorodičky s fyziologickým priebehom tehotenstva. Celkový počet meraných žien bol 10, niektoré sa však nezúčastnili všetkých meraní. Priemerný vek účastníčok bol  $29 \pm 3$  roky, ich výška bola  $166 \pm 6$  cm a hmotnosť pred graviditou bola  $65 \pm 11$  kg. Prvé dve merania prebehli počas tehotenstva. 1. meranie sa uskutočnilo v rozmedzí 28. až 35. týždňa tehotenstva (t. t.), 2. meranie medzi 36. a 38. t. t.. Vyšetrenia pokračovali aj po pôrode (p. p.) u dojčiacich žien. V poradí 3. meranie prebehlo 3 až 4 týždne p. p., 4. meranie 3 mesiace p. p., 5. meranie 6 mesiacov p. p. a posledné 6. meranie sme vykonali 9 mesiacov p. p..

### **7.2 Vyhodnotenie**

Trend spotreby kyslíka a spolu s ním aj výdaj oxidu uhličitého, meraných nepriamym kalorimetrom, sa zvyšovali s narastajúcim štádiom tehotenstva, takže najvyššie hodnoty sme zaznamenali v predpôrodnom období. Po pôrode, u dojčiacich žien, sa táto hodnota znížila a počas nasledujúcich meraní nastala stabilizácia spotreby kyslíka i výdaj oxidu uhličitého. Hodnoty RQ a nRQ, vypočítané pomerom  $VO_2$  a  $VCO_2$  sa teda celkovo výrazne nemenili (viď tabuľka č. 5).

**Tabuľka č. 5 Hodnoty  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , RQ a nRQ u tehotných a dojčiacich žien**

	$VO_2$ (l/min)	$VCO_2$ (l/min)	RQ	nRQ
1. meranie 28.-35. t.t.	0,25 ± 0,04	0,19 ± 0,03	0,75 ± 0,05	0,73 ± 0,06
2. meranie 36.- 38. t.t	0,27 ± 0,02	0,20 ± 0,01	0,73 ± 0,04	0,72 ± 0,05
3. meranie 3-4 t p.p.	<b>0,21 ± 0,03 *2</b>	<b>0,16 ± 0,03 *2</b>	0,75 ± 0,08	0,73 ± 0,10
4. meranie 3 m p.p.	<b>0,21 ± 0,04 *2</b>	0,17 ± 0,03	0,79 ± 0,06	0,78 ± 0,08
5. meranie 6 m p.p.	<b>0,21 ± 0,02 *1,2</b>	<b>0,16 ± 0,02 *2</b>	0,78 ± 0,04	0,77 ± 0,05
6. meranie 9 m p.p.	<b>0,22 ± 0,03 *2</b>	<b>0,17 ± 0,04 *2</b>	0,77 ± 0,08	0,75 ± 0,11

$VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka,  $VCO_2$  – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – nebielkovinový respiračný kvocient, t.t. – týždeň tehotenstva, p.p. – po pôrode, m – mesiace, t – týždne

Výsledky uvádzané ako priemer ± smerodajná odchýlka.

\*1 = Mixed effect analysis + Tukey multiple comparison test versus 1. meranie ( $P \leq 0.05$ );

\*2 = versus 2. meranie

Podľa predpokladov sa pokojový energetický výdaj u tehotných žien takisto zvýšil. Nepriamy kalorimeter však v skutočnosti namerlal podstatne vyššie hodnoty oproti výpočtom pomocou Harris-Benedictovej rovnice. Je to však očakávané vzhľadom na to, že táto rovnica bola vyvinutá pre dospelých jedincov bez nadváhy a iných špecifických stavov, či chorôb. Preto aplikácia tejto rovnice na tehotné ženy nie je celkom vhodná. Výpočty s využitím Harris-Benedictovej rovnice u dojčiacich žien sa už výrazne nelíšia od kalorimetrického merania ako znázorňuje tabuľka č. 6. Pri prepočítaní REE na kilogram hmotnosti alebo kilogram netukovej hmoty (fat free mass – FFM) sme nenašli významné rozdiely. Pri korekcii na povrch tela (body surface area – BSA) bola vyššia hodnota pri 2. meraní v porovnaní s obdobím dojčenia.

**Tabuľka č. 6 Pokojový energetický výdaj**

	REE-IC (kcal/deň)	REE-HB (kcal/deň)	REE (%)	REE/kg (kcal/kg)	REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )	REE/kg FFM (kcal/kg)
1. meranie 28.-35. t.t.	1694 ± 297	1520 ± 80	111 ± 14	23,4 ± 1,5	914 (841; 1048)	37,1 ± 4,9
2. meranie 36.- 38. t.t.	1822 ± 109	<b>1572 ± 91</b> *1	116 ± 2	23,1 ± 2,4	990 (943; 1023)	37,7 ± 2,6
3. meranie 3-4 t p.p.	<b>1437 ± 178</b> *2	<b>1643 ± 117</b> *1,2	<b>98 ± 7</b> *2	22,0 ± 2,4	<b>839</b> <b>(762; 874)</b> *2	33,2 ± 2,7
4. meranie 3 m p.p.	<b>1451 ± 265</b> *2	<b>1443 ± 119</b> *1,2	<b>100 ± 14</b> *2	22,8 ± 3,3	<b>832</b> <b>(734; 917)</b> *2	34,0 ± 4,6
5. meranie 6 m p.p.	<b>1425 ± 144</b> *2	<b>1460 ± 137</b> *1,2	<b>98 ± 12</b> *2	22,4 ± 4,8	814 (728; 934)	33,0 ± 3,9
6. meranie 9 m p.p.	<b>1466 ± 215</b> *2	<b>1461 ± 143</b> *1,2	<b>100 ± 6</b> *2	22,6 ± 2,2	856 (778; 902)	33,9 ± 2,8

REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor), t.t. – týždeň tehotenstva, p.p. – po pôrode, m – mesiace, t – týždne  
Výsledky uvádzané ako priemer ± smerodajná odchýlka alebo medián (25% percentil; 75% percentil)

\*1 = Mixed effect analysis + Tukey multiple comparison test alebo Kruskal-Wallisov + Dunn's multiple comparisons test versus 1. meranie ( $P \leq 0.05$ ), \*2 = versus 2. meranie

Čo sa týka oxidácie jednotlivých substrátov, pri oxidácii sacharidov vidíme v tabuľke č. 7 trend vyšších priemerných hodnôt v období dojčenia, no smerodajné odchýlky nám ukazujú príliš veľké variability v jednotlivých meraniach.

**Tabuľka č. 7 Oxidácia sacharidov**

	<b>g/deň</b>	<b>kcal/deň</b>	<b>%</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg FFM</b>
1. meranie 28.-35. t.t.	55 ± 32	187 ± 154	11 ± 7	0,73 ± 0,36	1,19 ± 0,66
2. meranie 36.- 38. t.t.	54 ± 26	181 ± 136	10 ± 7	0,68 ± 0,32	1,10 ± 0,52
3. meranie 3-4 t p.p.	72 ± 65	249 ± 297	17 ± 17	1,10 ± 1,06	1,67 ± 1,51
4. meranie 3 m p.p.	84 ± 55	331 ± 247	23 ± 15	1,29 ± 0,81	1,94 ± 1,21
5. meranie 6 m p.p.	56 ± 40	233 ± 169	16 ± 12	0,80 ± 0,51	1,25 ± 0,85
6. meranie 9 m p.p.	78 ± 71	283 ± 305	18 ± 17	1,06 ± 0,79	1,73 ± 1,44

*FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor), t.t. – týždeň tehotenstva, p.p. – po pôrode, m – mesiace, t – týždne*  
*Výsledky uvádzané ako priemer ± smerodajná odchýlka*

Meranie oxidácie lipidov nám ukázalo jasnejšie výsledky. Zaznamenali sme ich vyššiu oxidáciu na konci tehotenstva oproti obdobiu dojčenia, čo znázorňuje tabuľka č. 8. Pri korekcii na percentá a na kilogram hmotnosti rozdiely neboli významné. Pri prepočítaní na FFM sme zaznamenali výrazné rozdiely len v 4. meraní v porovnaní s posledným meraním počas tehotenstva.

**Tabuľka č. 8 Oxidácia lipidov**

	<b>g/deň</b>	<b>kcal/deň</b>	<b>%</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg FFM</b>
1. meranie 28.-35. t.t.	110 ± 44	1040 ± 414	60 ± 19	1,50 ± 0,50	2,39 ± 0,87
2. meranie 36.- 38. t.t	137 ± 21	1291 ± 194	71 ± 9	1,77 ± 0,30	2,83 ± 0,47
3. meranie 3-4 t p.p.	<b>88 ± 29</b> *2	<b>836 ± 273</b> *2	59 ± 18	1,36 ± 0,45	2,04 ± 0,36
4. meranie 3 m p.p.	<b>77 ± 32</b> *2	<b>728 ± 306</b> *2	50 ± 17	1,23 ± 0,56	<b>1,81 ± 0,79</b> *2
5. meranie 6 m p.p.	<b>86 ± 26</b> *2	<b>817 ± 248</b> *2	58 ± 18	1,39 ± 0,57	2,02 ± 0,69
6. meranie 9 m p.p.	<b>78 ± 24</b> *2	<b>739 ± 225</b> *2	53 ± 21	1,85 ± 0,60	1,85 ± 0,70

FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor),  
t.t. – týždeň tehotenstva, p.p. – po pôrode, m – mesiace, t – týždne

Výsledky uvádzané ako priemer ± smerodajná odchýlka alebo medián (25% percentil; 75% percentil)

\*1 = Mixed effect analysis + Tukey multiple comparison test versus 1. meranie ( $P \leq 0.05$ ),

\*2 = versus 2. meranie

Ako zobrazuje tabuľka č. 9 výsledky meraní oxidácie proteínov sa ani počas tehotenstva ani v období dojčenia výrazne nemenili.

**Tabuľka č. 9 Oxidácia proteínov**

	<b>g/deň</b>	<b>kcal/deň</b>	<b>%</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg FFM</b>
1. meranie 28.-35. t.t.	76 (73; 157)	329 (315; 680)	29 ± 17	1,53 ± 0,84	1,79 (1,54; 3,52)
2. meranie 36.- 38. t.t.	76 (68; 84)	329 (292; 362)	19 ± 9	1,04 ± 0,46	1,56 (1,40; 1,80)
3. meranie 3-4 t p.p.	85 (58; 101)	368 (251; 438)	25 ± 8	1,24 ± 0,35	1,85 (1,36; 2,49)
4. meranie 3 m p.p.	91 (75; 111)	392 (325; 480)	27 ± 9	1,41 ± 0,35	2,15 (1,78; 2,48)
5. meranie 6 m p.p.	77 (63; 112)	330 (272; 484)	26 ± 10	1,34 ± 0,50	1,88 (1,39; 2,61)
6. meranie 9 m p.p.	95 (76; 131)	411 (327; 566)	30 ± 8	1,56 ± 0,40	2,29 (1,85; 2,87)

FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor),  
t.t. – týždeň tehotenstva, p.p. – po pôrode, m – mesiace, t – týždne

Výsledky uvádzané ako priemer ± smerodajná odchýlka alebo medián (25% percentil; 75% percentil)

### **7.3 Nájdené korelácie**

Hodnotili sme asociáciu medzi parametrami nameranými nepriamou kalorimetriou a parametrami fyzickej aktivity, ktoré boli získané z dotazníkov. Išlo o množstvo energie vydané vykonávaním jednotlivých aktivít, celkové množstvo energie a stupeň fyzickej aktivity. Podľa testu normality sa používal buď Pearsonov, alebo Spearmanov korelačný koeficient.

V tabuľkách sme farebne odlišili merania prevedené počas tehotenstva tmavou farbou (■) a obdobie dojčenia svetlou (□).

#### **7.3.1 Korelácie medzi celkovým energetickým výdajom a kalorimetrickými parametrami**

V tabuľke č. 11, ktorá zahrňuje všetky merania vykonané v období tehotenstva a dojčenia vidíme pozitívnu koreláciu medzi TEE a  $VO_2$  aj  $VCO_2$ . Ďalej nám vyšla priamo úmerná súvislosť TEE s REE, to všetko u oboch skupín. Slabú koreláciu sme zaznamenali v prípade oxidácie lipidov. U tehotných žien ide o pozitívnu, no u dojčiacich o negatívnu koreláciu. Pozitívne korelačné vzťahy vidíme aj s oxidáciou proteínov v období tehotenstva a oxidáciou sacharidov v období dojčenia. Podrobnejšie výsledky korelácií z jednotlivých meraní nájdeme v tabuľke č. 10.

**Tabuľka č. 10 Korelácie s celkovým energetickým výdajom**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,017	1,000
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,017	1,000
REE-IC (kcal/deň)	0,017	1,000
REE-HB (kcal/deň)	0,017	1,000
REE (%)	0,017	1,000
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )	0,017	1,000
<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>		
REE-HB (kcal/deň)	0,043	0,700
REE/kg (kcal/kg)	0,050	-0,683
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,044	0,841
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,033	0,886
REE-IC (kcal/deň)	0,017	0,943
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,017	0,943
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,017	0,943
REE-IC (kcal/deň)	0,017	0,943
REE-HB (kcal/deň)	0,017	0,943

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela*



**Tabuľka č. 11 Súhrn korelácií s celkovým energetickým výdajom**

<b>Tehotné ženy súhrn</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
VO <sub>2</sub> (l/min)	<0,001	0,904
VCO <sub>2</sub> (v/min)	<0,001	0,807
REE-IC (kcal/deň)	<0,001	0,868
REE-HB (kcal/deň)	<0,001	0,802
REE (%)	0,009	0,679
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )	0,005	0,719
Oxidácia lipidov (g/deň)	0,020	0,622
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	0,020	0,622
Oxidácia proteínov (%)	0,044	-0,552
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,038	-0,565
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	<0,001	0,941
VCO <sub>2</sub> (l/min)	<0,001	0,918
RQ	0,012	0,565
nRQ	0,013	0,556
REE-IC (kcal/deň)	<0,001	0,961
REE-HB (kcal/deň)	<0,001	0,828
REE (%)	<0,001	0,709
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )	0,002	0,668
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,005	0,621
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,003	0,642
Oxidácia sacharidov (%)	0,006	0,609
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,015	0,547
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,007	0,598
Oxidácia lipidov (%)	0,029	-0,502
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,040	-0,474

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.2 Korelácie medzi stupňom fyzickej aktivity a kalorimetrickými parametrami

Pozitívne korelácie stupňa fyzickej aktivity (vypočítaného ako pomer TEE a REE) sme zaznamenali s oxidáciou sacharidov 6 a 9 mesiacov po pôrode v období dojčenia, tieto parametre menej výrazne korelujú aj v súhrne u tehotných žien ako zobrazuje tabuľka č. 12. Priamo úmerné závislosti vidíme aj s  $VCO_2$  v 28.-35. týždni tehotenstva a 9 mesiacov po pôrode, kedy nám so stupňom fyzickej aktivity pozitívne koreluje aj  $VO_2$ . Nepriamo úmerný vzťah sme zaznamenali s oxidáciou proteínov 3 mesiace po pôrode a priamo úmerný s RQ a nRQ 9 mesiacov po pôrode.

**Tabuľka č. 12 Korelácie so stupňom fyzickej aktivity**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
$VCO_2$ (l/min)	0,014	0,948
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,014	-0,901
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,009	0,991
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,009	0,991
Oxidácia sacharidov (%)	0,019	0,981
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,039	0,961
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,003	0,997
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,042	0,998
$VCO_2$ (l/min)	0,047	0,997
RQ	0,014	1,000
nRQ	0,012	1,000
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,034	0,999
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,027	0,589
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,034	0,568

*P-value* – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), *r-value* – Pearsonov korelačný koeficient,  $VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka,  $VCO_2$  – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)

### **7.3.3 Korelácie medzi energiou vydanou na spánok a kalorimetrickými parametrami**

V období dojčenia pozitívne koreluje energia vydaná na spánok s  $VO_2$  (3 a 6 mesiacov po pôrode a celkovo v období dojčenia) a  $VCO_2$  (3-4 týždne a 3 mesiace p. p. a v súhrne dojčiacich žien). Silné pozitívne korelácie po pôrode pozorujeme aj s REE. Tieto a ďalšie menej silné korelácie sú zobrazené v tabuľke č. 13.

**Tabuľka č. 13 Korelácie s energiou vydanou na spánok**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
REE/kg (kcal/deň)	0,039	0,692
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,003	0,954
REE-IC (kcal/deň)	0,028	0,860
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,010	0,919
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,026	0,866
REE-IC (kcal/deň)	0,012	0,908
REE-HB (kcal/deň)	0,022	0,875
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,026	0,974
REE-IC (kcal/deň)	0,017	0,983
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia proteínov (g/kg FFM)	0,035	-0,574
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	< 0,001	0,857
VCO <sub>2</sub> (l/min)	< 0,001	0,900
RQ	0,007	0,601
nRQ	0,006	0,608
REE-IC (kcal/deň)	< 0,001	0,882
REE-HB (kcal/deň)	< 0,001	0,752
REE (%)	0,002	0,665
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,004	0,625
Oxidácia sacharidov (g/deň)	< 0,001	0,711
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	< 0,001	0,711
Oxidácia sacharidov (%)	0,004	0,632
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,020	0,528
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,003	0,639
Oxidácia lipidov (%)	0,004	-0,631
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,009	-0,581
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,047	-0,462

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.4 Korelácie medzi energiou vydanou na vykonávanie hygieny a kalorimetrickými parametrami

Energia vydaná na vykonávanie hygieny negatívne koreluje najmä v období dojčenia s oxidáciou proteínov,  $VO_2$ ,  $VCO_2$  a REE, ako znázorňuje tabuľka č. 14.

**Tabuľka č. 14 Korelácie s energiou vydanou na vykonávanie hygieny**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
$VO_2$ (l/min)	0,035	-0,702
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (%)	0,018	-0,890
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,044	-0,824
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,015	-0,985
$VCO_2$ (l/min)	0,012	-0,988
REE-IC (kcal/deň)	0,009	-0,991
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
Oxidácia proteínov (g/deň)*	0,003	-0,646
Oxidácia proteínov (kcal/deň)*	0,003	-0,646
Oxidácia proteínov (%)	0,005	-0,612
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,029	-0,501
Oxidácia proteínov (g/kg FFM)*	0,012	-0,561

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient,  $VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka,  $VCO_2$  – objem vydychovaného oxidu uhličitého,, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.5 Korelácie medzi energiou vydanou na prípravu jedla a kalorimetrickými parametrami

V tabuľke č. 15 vidíme viacero súvislostí medzi kalorimetrickými parametrami a energiou vydanou na prípravu jedla, no zväčša ide o slabé korelácie. Výraznejšie pozitívne závislosti sme zaznamenali s RQ pri 1. meraní a nepriamo úmernú závislosť s oxidáciou lipidov v 3. meraní.

**Tabuľka č. 15 Korelácie s energiou vydanou na prípravu jedla**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
RQ	0,050	0,878
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
Oxidácia lipidov (%)	0,041	-0,830
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,033	-0,849
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,044	-0,824
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia proteínov (g/deň)*	0,033	0,552
Oxidácia proteínov (kcal/deň)*	0,033	0,552
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,025	0,511
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,003	0,643
RQ	0,007	0,598
nRQ	0,007	0,596
REE-IC (kcal/deň)	0,015	0,549
REE (%)	0,004	0,627
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,004	0,630
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,005	0,618
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,004	0,632
Oxidácia sacharidov (%)	0,005	0,611
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,006	0,604
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,004	0,626
Oxidácia lipidov (g/deň)	0,045	-0,464
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	0,045	-0,464
Oxidácia lipidov (%)	0,003	-0,650
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,034	-0,489
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,033	-0,491

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.6 Korelácie medzi energiou vydanou na konzumáciu jedla a kalorimetrickými parametrami

Pozitívne korelácie energie vydané na konzumáciu jedla sme zaznamenali pri jednotlivých meraniach (3. a 5.), ale aj pri celkovom hodnotení obdobia dojčenia s  $VO_2$  a/alebo  $VCO_2$  a REE (viď tabuľka č. 16).

**Tabuľka č. 16 Korelácie s energiou vydanou na konzumáciu jedla**

<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
$VO_2$ (l/min)	0,049	0,814
REE (%)	0,040	0,831
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,033	0,886
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
$VCO_2$ (l/min)	0,032	0,968
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,001	0,687
$VCO_2$ (l/min)	0,013	0,560
REE-IC (kcal/deň)	0,002	0,672
REE (%)	0,005	0,617
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	< 0,001	0,788

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient,  $VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka,  $VCO_2$  – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela*

### 7.3.7 Korelácie medzi energiou vydanou na upratovanie a kalorimetrickými parametrami

Najvýraznejšiu pozitívnu závislosť vidíme v tabuľke č. 17, 3 až 4 týždne po pôrode, medzi energiou vydanou na upratovanie a REE prepočítaným na kilogram hmotnosti. Zápornú koreláciu sme v tomto období zaznamenali s oxidáciou proteínov. V súhrne dojčiacich žien už korelácie neboli tak silné.

**Tabuľka č. 17 Korelácie s energiou vydanou na upratovanie**

<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
REE/kg (kcal/kg)	0,017	0,943
Oxidácia proteínov (g/deň)	0,033	-0,886
Oxidácia proteínov (kcal/deň)	0,033	-0,886
Oxidácia proteínov (%)	0,033	-0,886
Oxidácia proteínov (g/kg FFM)	0,033	-0,886
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
REE-HB (kcal/deň)	0,025	-0,512
REE/kg (kcal/kg)	0,017	0,540

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*



### 7.3.8 Korelácie medzi energiou vydanou na vykonávanie zamestnania a kalorimetrickými parametrami

Ako naznačuje tabuľka č. 18, energia vydaná na vykonávanie zamestnania má úmerný vplyv na RQ aj nRQ a oxidáciu sacharidov a to v najvyššom štádiu tehotenstva. Parametre v iných obdobiach vykazovali nižšiu závislosť.

**Tabuľka č. 18 Korelácie s energiou vydanou na vykonávanie zamestnania**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
RQ	0,024	0,764
nRQ	0,031	0,749
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,046	0,694
Oxidácia sacharidov (%)	0,031	0,749
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia sacharidov (%)	0,043	0,555
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
Oxidácia lipidov (%)	0,045	0,464

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient*

### 7.3.9 Korelácie medzi energiou vydanou na dopravu a kalorimetrickými parametrami

Najviac korelácií kalorimetrických parametrov s energiou vydanou na dopravu sme zaznamenali počas tehotenstva. Z 1. merania sme zistili pozitívny korelačný vzťah s VCO<sub>2</sub>, REE prepočítaným na kilogram a oxidáciou sacharidov. V tabuľke č. 19 vidíme aj pri 2. meraní a súhrne u tehotných žien podobné výsledky so slabšími koreláciami. V období dojčenia sú najvýraznejšie pozitívne korelácie 9 mesiacov po pôrode s REE a negatívne s oxidáciou lipidov.

**Tabuľka č. 19 Korelácie s energiou vydanou na dopravu**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,026	0,921
REE/kg (kcal/deň)	0,048	0,882
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,002	0,986
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,024	0,925
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,009	0,961
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,003	0,981
<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,049	0,669
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,031	0,712
REE-IC (kcal/deň)	0,036	0,699
REE-HB (kcal/deň)	0,029	0,718
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
REE (%)	0,039	0,998
Oxidácia lipidov (%)	0,036	-0,998
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,003	-1,000
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,011	-1,000
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,010	0,663
REE-IC (kcal/deň)	0,049	0,534
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,045	0,464
REE-IC (kcal/deň)	0,042	0,470
REE-HB (kcal/deň)	0,019	0,533

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov korelačný koeficient VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.10 Korelácie medzi energiou vydanou na odpočívanie a kalorimetrickými parametrami

Korelácie s energiou vydanou na odpočívanie sme zaznamenali len v období dojčenia. V 3. meraní má priamo úmerný vzťah s REE prepočítaným na kilogram hmotnosti. V 5. meraní pozorujeme negatívnu koreláciu s oxidáciou lipidov. Tieto a ostatné menej silné korelácie zobrazuje tabuľka č. 20.

**Tabuľka č. 20 Korelácie s energiou vydanou na odpočívanie**

<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,017	0,943
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
Oxidácia lipidov (%)	0,033	-0,967
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,030	0,498
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,028	0,510
REE-IC (kcal/deň)	0,030	0,499
REE (%)	0,011	0,567
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,002	0,667
Oxidácia lipidov (%)	0,045	-0,464

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela*

### 7.3.11 Korelácie medzi energiou vydanou na navštevovanie a kalorimetrickými parametrami

Pri každom meraní sme s energiou vydanou na navštevovanie zaznamenali rôzne korelácie, ako zobrazuje tabuľka č. 21. V tehotenstve, v 1. meraní vidíme nepriamo úmerný vzťah s oxidáciou proteínov, pri 2. meraní zasa s oxidáciou sacharidov. V období dojčenia sa nám síce opakuje korelácia s oxidáciou lipidov, ale vo 4. meraní je táto korelácia negatívna a v 5. pozitívna. Pri 6. meraní negatívne koreluje REE vypočítaný Harris-Benedictovou rovnicou a súhrne u tehotných žien pozitívne koreluje REE prepočítaný na povrch tela.

**Tabuľka č. 21 Korelácie s energiou vydanou na navštevovanie**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (%)	0,045	-0,887
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,044	-0,888
<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>		
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,023	-0,734
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,024	-0,734
Oxidácia sacharidov (%)	0,039	-0,691
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
Oxidácia lipidov (%)	0,032	-0,849
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
Oxidácia lipidov (%)	0,013	0,987
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
REE-HB (kcal/deň)	0,037	-0,998
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
REE/BSA (kcal/m <sup>2</sup> )*	0,015	0,644

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela*

### **7.3.12 Korelácie medzi energiou vydanou na umývanie riadu a kalorimetrickými parametrami**

V 36.-38. týždni tehotenstva energia vydaná na umývanie riadu pozitívne koreluje s oxidáciou proteínov, v období dojčenia sme podobný vzťah zaznamenali 3 mesiace po pôrode (viď tabuľka č. 22).

**Tabuľka č. 22 Korelácie s energiou vydanou na umývanie riadu**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (%)	0,013	0,783
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,024	0,737
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (%)	0,002	0,965
Oxidácia proteínov (g/deň)	0,034	0,846

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov korelačný koeficient*

### 7.3.13 Korelácie medzi energiou vydanou na športovanie a kalorimetrickými parametrami

Energia vydaná na šport vykazuje v 28.-35. týždni tehotenstva pozitívnu koreláciu s oxidáciou sacharidov a 3 mesiace po pôrode s oxidáciou proteínov. Ostatné závislosti v tabuľke č. 23 už neboli tak silné.

**Tabuľka č. 23 Korelácie s energiou vydanou na športovanie**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,033	0,975
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,033	0,975
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,033	0,975
<b>4. meranie: 3 mesiace po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (g/deň)	0,050	0,880
Oxidácia proteínov (kcal/deň)	0,050	0,880
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,035	0,575
Oxidácia sacharidov (%)	0,044	0,552
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,023	0,613
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,013	0,659
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
REE/kg (kcal/kg)	0,033	-0,489
Oxidácia proteínov (%)	0,042	0,471

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, REE – pokojový energetický výdaj, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.14 Korelácie medzi energiou vydanou na navštevovanie úradov a kalorimetrickými parametrami

Počas tehotenstva, pri 2. meraní, sme zaznamenali negatívne korelácie medzi energiou vydanou na navštevovanie úradov a oxidáciou proteínov. 3-4 týždne po pôrode vidíme priamo úmerné závislosti s RQ a nRQ, takisto s oxidáciou sacharidov, naopak negatívna korelácia sa ukázala s oxidáciou lipidov. 9 mesiacov po pôrode sme opäť zaznamenali koreláciu s oxidáciou proteínov, ale v tomto prípade bola pozitívna. Tieto a ďalšie menej výrazné korelácie zobrazuje tabuľka č. 24.

**Tabuľka č. 24 Korelácie s energiou vydanou na navštevovanie úradov**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (g/deň)*	0,042	-0,705
Oxidácia proteínov (kcal/deň)*	0,042	-0,705
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
RQ	0,002	0,983
nRQ	0,003	0,957
Oxidácia sacharidov (g/deň)	< 0,001	0,978
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	< 0,001	0,978
Oxidácia sacharidov (%)	< 0,001	0,987
Oxidácia sacharidov (g/kg)	< 0,001	0,976
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	< 0,001	0,988
Oxidácia lipidov (g/deň)	0,044	-0,823
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	0,044	-0,823
Oxidácia lipidov (%)	0,003	-0,959
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,020	-0,883
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,017	-0,891
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,014	1,000
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,025	-0,595
REE-IC (kcal/deň)	0,035	-0,565
REE-HB (kcal/deň)	0,037	-0,561

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE – pokojový energetický výdaj, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.15 Korelácie medzi energiou vydanou na sledovanie televízie a kalorimetrickými parametrami

V tabuľke č. 25 vidíme v 28.-35. týždni tehotenstva negatívne korelácie medzi energiou vydanou na sledovanie televízie a RQ. Ďalšie negatívne korelácie sme zaznamenali pri nasledujúcich meraniach v období dojčenia. Ide o  $VO_2$ ,  $VCO_2$ , RQ, a RQ, REE a oxidáciu sacharidov.

**Tabuľka č. 25 Korelácie s energiou vydanou na sledovanie televízie**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
RQ	0,043	-0,890
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,002	-0,998
REE-IC (kcal/deň)	0,002	-0,998
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,023	-0,999
$VCO_2$ (l/min)	0,029	-0,999
RQ	0,033	-0,999
nRQ	0,006	-1,000
REE-IC (kcal/deň)	0,050	-0,997
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,016	-1,000
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
RQ	0,025	-0,512
nRQ	0,014	-0,553
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,025	-0,512
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,019	-0,532
Oxidácia sacharidov (%)	0,010	-0,576
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,012	-0,564
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,018	-0,537

*P-value* – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), *r-value* – Pearsonov korelačný koeficient,  $VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka,  $VCO_2$  – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)

### 7.3.16 Korelácie medzi energiou vydanou na pohlavný styk a kalorimetrickými parametrami

Závislosti kalorimetrických parametrov s energiou vydanou na pohlavný styk sme počas jednotlivých meraní nezaznamenali. Pri súhrnom vyhodnocovaní dojčiacich žien sme našli len slabé korelácie, ktoré bližšie popisuje tabuľka č. 26.

**Tabuľka č. 26 Korelácie s energiou vydanou na pohlavný styk**

Dojčiace ženy súhrn	P-value	r-value
VO <sub>2</sub> (l/min)	0,043	0,468
VCO <sub>2</sub> (l/min)	0,017	0,539
RQ	0,011	0,568
nRQ	0,009	0,579
REE-IC (kcal/deň)	0,021	0,525
REE-HB (kcal/deň)	0,009	0,582
REE/kg (kcal/kg)	0,013	-0,559
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,006	0,603
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,005	0,617
Oxidácia sacharidov (%)	0,007	0,599
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,014	0,553
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,008	0,585
Oxidácia lipidov (g/deň)	0,034	-0,488
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	0,034	-0,488
Oxidácia lipidov (%)	0,014	-0,554
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,004	-0,626
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,010	-0,574

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, VO<sub>2</sub> – objem spotrebovaného kyslíka, VCO<sub>2</sub> – objem vydychovaného oxidu uhličitého, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice, REE – pokojový energetický výdaj, BSA – povrch tela, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*



### 7.3.17 Korelácie medzi energiou vydanou na čítanie a kalorimetrickými parametrami

S energiou vydanou na čítanie v 28.-35. týždni tehotenstva negatívne korelovala oxidácia proteínov. V období dojčenia, 3-4 týždne po pôrode, pozitívne koreloval  $VO_2$  a REE nameraný nepriamym kalorimetrom. 6 mesiacov po pôrode sme zaznamenali negatívnu koreláciu s RQ a nRQ. Celkovo u dojčiacich žien mierne pozitívne koreloval relatívne vyjadrený REE (viď tabuľka č. 27).

**Tabuľka č. 27 Korelácie s energiou vydanou na čítanie**

<b>1. meranie: 28.-35. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (g/kg FFM)*	0,017	-1,000
<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>		
$VO_2$ (l/min)	0,027	0,862
REE-IC (kcal/deň)	0,049	0,814
<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>		
RQ	0,017	-0,983
nRQ	0,020	-0,980
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
REE (%)	0,017	0,538

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov/\*Spearmanov korelačný koeficient,  $VO_2$  – objem spotrebovaného kyslíka, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, REE-IC – pokojový energetický výdaj stanovený nepriamym kalorimetrom, REE – pokojový energetický výdaj*

### 7.3.18 Korelácie medzi energiou vydanou na nakupovanie a kalorimetrickými parametrami

Tabuľka č. 28 zobrazuje nájdené korelácie medzi rôznymi kalorimetrickými parametrami a energiou vydanou na nakupovanie. Väčšinou ide len o menej silné korelácie. Najvyššiu závislosť sme zaznamenali 3-4 týždne po pôrode, ide o negatívnu koreláciu s nRQ.

**Tabuľka č. 28 Korelácie s energiou vydanou na nakupovanie**

<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
nRQ	0,017	-0,943
<b>Tehotné ženy súhrn</b>		
Oxidácia proteínov (g/deň)	0,044	0,552
Oxidácia proteínov (kcal/deň)	0,044	0,552
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
RQ	0,050	-0,456
nRQ	0,046	-0,463
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,022	-0,521
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,026	-0,511
Oxidácia sacharidov (%)	0,023	-0,518
Oxidácia sacharidov (g/kg)	0,013	-0,558
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,023	-0,519
Oxidácia lipidov (g/deň)	0,039	0,477
Oxidácia lipidov (kcal/deň)	0,039	0,477
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,049	0,458
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,042	0,470

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, RQ – respiračný kvocient, nRQ – neproteínový respiračný kvocient, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.19 Korelácie medzi energiou vydanou na prechádzku a kalorimetrickými parametrami

U žien v 36.-38. týždni tehotenstva v tabuľke č. 29 nachádzame pozitívne korelácie energie vydané na prechádzku s oxidáciou proteínov. Ďalšie závislosti boli slabé.

**Tabuľka č. 29 Korelácie s energiou vydanou na prechádzku**

<b>2. meranie: 36.-38. týždeň tehotenstva</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,021	0,767
Oxidácia proteínov (g/kg FFM)	0,031	0,733
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,036	-0,484
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,040	-0,474
Oxidácia sacharidov (%)	0,037	-0,481
Oxidácia sacharidov (g/kg FFM)	0,048	-0,460
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,019	0,533
Oxidácia lipidov (g/kg FFM)	0,029	0,500

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Spearmanov korelačný koeficient, FFM – netuková hmota (stanovená pomocou Tanita Inner Scan body composition monitor)*

### 7.3.20 Korelácie medzi energiou vydanou na dojčenie a kalorimetrickými parametrami

Po pôrode sme hľadali korelácie s energiou vydanou na dojčenie. Našli sme priamo úmernú závislosť s oxidáciou proteínov 3-4 týždne a 9 mesiacov po pôrode (viď tabuľka č. 30).

**Tabuľka č. 30 Korelácie s energiou vydanou na dojčenie**

<b>3. meranie: 3-4 týždne po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,047	0,818
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
Oxidácia proteínov (g/kg)	0,014	1,000

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov korelačný koeficient*

### 7.3.21 Korelácie medzi energiou vydanou na starostlivosť o dieťa a kalorimetrickými parametrami

Po pôrode ženám pribudli aj nové činnosti zaoberajúce sa starostlivosťou o novonarodené dieťa, ktoré sme porovnávali s kalorimetrickými parametrami v tabuľke č. 31. Pozitívne korelácie sme našli s REE vypočítaným Harris-Benedictovou rovnicou 6 a 9 mesiacov po pôrode a s oxidáciou sacharidov 9 mesiacov po pôrode. Miernu negatívnu koreláciu sme zaznamenali v súhrne dojčiacich žien s oxidáciou lipidov.

**Tabuľka č. 31 Korelácie s energiou vydanou na starostlivosť o dieťa**

<b>5. meranie: 6 mesiacov po pôrode</b>	<b>P-value</b>	<b>r-value</b>
REE-HB (kcal/deň)	0,006	0,994
<b>6. meranie: 9 mesiacov po pôrode</b>		
REE-HB (kcal/deň)	0,012	1,000
Oxidácia sacharidov (g/deň)	0,034	0,999
Oxidácia sacharidov (kcal/deň)	0,034	0,999
<b>Dojčiace ženy súhrn</b>		
Oxidácia lipidov (g/kg)	0,048	-0,460

*P-value – hladina významnosti (uvádzané sú štatisticky významné asociácie), r-value – Pearsonov korelačný koeficient, REE-HB – pokojový energetický výdaj vypočítaný pomocou Harris-Benedictovej rovnice*

## 8. DISKUSIA

V našej štúdií sme sa zaoberali porovnávaním parametrov energetického metabolizmu, ktoré sme merali nepriamou kalorimetriou a následne sme hodnotili súvislosť týchto parametrov s parametrami fyzickej aktivity získané z dotazníkov u tehotných a dojčiacich žien.

Hronek a iní okrem iného nepriamym kalorimetrom merali REE (kcal/deň) českých tehotných žien, u ktorých zaznamenali významný trend jeho rastu s pribúdajúcimi týždňami tehotenstva (Hronek, a ďalší, 2009) a podobne aj iné štúdie (Frosum, a iní, 2007; Gierová, 2019). Melzer a iní porovnávali REE (kJ/deň) žien v poslednom trimestri ( $38,2 \pm 1,5$  t. t.) so ženami po pôrode ( $40,0 \pm 7,2$  týždňov p. p.). Zistili, že REE na deň u tehotných žien bol vyšší oproti dojčiacim ženám (Melzer, a iní, 2009). S podobnými zisteniami prišli aj mnohé ďalšie štúdie (Forsum, a iní, 1992; Butte, a iní, 1999; Piers, a iní, 1995; Plachá, 2010). Výsledky v našej štúdií potvrdili trend nárastu REE (kcal/deň) u tehotných žien na konci tehotenstva (36. – 38. t. t.) v porovnaní s meraniami prevedenými počas laktačného obdobia.

Pri prepočítaní REE na kilogram hmotnosti sme však rozdiely medzi meraniami nezistili. S podobnými výsledkami prišli aj Melzer a iní a Plachá (Melzer, a iní, 2009; Plachá, 2010). Nezmenené výsledky sme zaznamenali pri prepočítaní na kilogram netučnej hmoty.

Pri korekcii REE na povrch tela sme zaznamenali najvyššiu hodnotu v 36. – 38. t. t., ktorá vykazovala najzásadnejšie rozdiely v porovnaní s obdobím dojčenia (3 – 4 týždne p. p. a 3 mesiace p. p.), čím sa zhodneme s Plachou, ktorá vo svojej štúdií prišla na ešte výraznejšie výsledky (Plachá, 2010).

Zvýšenie REE s postupujúcim štádiom tehotenstva spájame so zvýšenou potrebou energie pre vývin plodu. Nezmenené výsledky pri prepočítaní na kilogram hmotnosti alebo kilogram netučnej hmoty naznačujú, že REE súvisí s narastajúcou telesnou hmotnosťou matky.

U  $VO_2$  a  $VCO_2$  (l/min) Butte a iní zaznamenali v tehotenstve vyšší obrat oproti obdobiu dojčenia (Butte, a iní, 1999). S podobným zvýšením prišla aj Plachá. Gierová zaznamenala nárast  $VO_2$ ,  $VCO_2$  s pribúdajúcimi týždňami tehotenstva (Plachá, 2010; Gierová, 2019). Našou štúdiou sme nárast spotreby dýchacích plynov v tehotenstve oproti dojčiacim ženám potvrdili.

V hodnotách RQ a nRQ sa štúdie rozchádzajú. Naša štúdia nezaznamenala rozdiely medzi tehotenstvom a laktáciou. Butte a iní udávajú zvýšenie RQ a nRQ v tehotenstve, ktoré pokračuje aj v období dojčenia. Pripisujú to preferenčnému využívaniu glukózy plodom a neskôr mliečnou žľazou (Butte, a iní, 1999). Knuttgen a iní a van Raaij a iní zaznamenali vyššie hodnoty RQ počas tehotenstva ako po pôrode (Knuttgen, a iní, 1974; van Raaij, a iní, 1990). Naopak Gierová zmeny počas tehotenstva nezaznamenala a ani Plachá pri porovnávaní tehotných a dojčiacich žien (Gierová, 2019; Plachá, 2010).

Oxidácia sacharidov (% z TEE) v štúdii Butteho a iných bola počas tehotenstva vyššia oproti dojčiacim ženám (v tomto období sa už merania medzi sebou významne nelíšili). Podobné výsledky (% z REE) priniesla aj štúdia Plachej a štúdia Piersa a iných (mg/min BMR) (Butte, a iní, 1999; Plachá, 2010; Piers, a iní, 1995). My sme ale nezaznamenali významné rozdiely medzi jednotlivými meraniami ani u tehotných, ani u dojčiacich žien.

Pri oxidácii lipidov (% z TEE) Butte a iní zaznamenali nárast po pôrode u nedojčiacich žien, no počas laktácie sa hodnoty oproti tehotným nemenili (Butte, a iní, 1999). Plachá (% z REE) dokázala nárast oxidácie lipidov u dojčiacich žien, ktorý bol po pôrode najvýraznejší a v ďalších týždňoch už klesal (Plachá, 2010). Piers a iní naopak udávajú nárast oxidácie tukov (mg/min) na konci tehotenstva (v 34. t. t.) (Piers, a iní, 1995) a podobné výsledky ukazuje aj naša štúdia. Pri oxidácii tukov (g/kg, kcal/deň) sme zaznamenali trend nárastu na konci tretieho trimestra (36. – 38. t. t.) v porovnaní so všetkými meraniami vykonanými v období dojčenia. Podľa Butteho sa na konci tehotenstva už vytvorené tukové zásoby vplyvom hormonálnej činnosti mobilizujú a stávajú sa zdrojom energie pre matku. Zachovaná glukóza a aminokyseliny ostávajú ako zdroj energie pre plod (Butte, 2000).

Butte a iní (v % z TEE) a Plachá (v % z REE) namerali významne nižšie hodnoty oxidácie proteínov počas tehotenstva v porovnaní s laktačným obdobím žien (Butte, a iní, 1999; Plachá, 2010). Piers a iní rovnako ako my žiadne rozdiely nezaznamenali (Piers, a iní, 1995).

Pri hľadaní štúdií, ktoré sa zaoberali vzťahmi medzi fyzickou aktivitou a parametrami energetického metabolizmu u tehotných a/alebo dojčiacich žien sme ich nenašli mnoho. A nezaznamenali sme žiadne štúdie porovnávajúce jednotlivé aktivity s energetickými parametrami podobne ako v našej. Z tohto dôvodu budeme diskutovať iba najsilnejšie korelácie a korelácie nájdené opakovane vo viacerých obdobiach.

Melzer a iní našli významnú pozitívnu koreláciu REE s TEE počas tehotenstva, podobne aj Prentice a iní uvádzajú úmernú súvislosť BMR s TEE v tomto období (Melzer, a iní, 2009; Prentice, a iní, 1989). V našej štúdii sme takúto koreláciu potvrdili u tehotných žien súhrne a aj v jednotlivých meraniach. Je to vysvetľované tým, že BMR tvorí percentuálne veľký podiel z TEE (Prentice, a iní, 1989). Z tohto dôvodu je logické, že tieto korelácie vidíme aj v období dojčenia.

V našej štúdii sme zaznamenali pozitívnu koreláciu stupňa fyzickej aktivity s oxidáciou sacharidov najmä 6 mesiacov p. p., ale čiastočne aj 9 mesiacov p. p.. Domnievame sa, že to môže byť zapríčinené tým, že ženy v tomto období sú už schopnejšie vykonávať aj ťažšiu fyzickú aktivitu a ako uvádzajú Mul a iní, preferovaným substrátom pre kontrakciu kostrových svalov sú práve sacharidy (Mul, a iní, 2015).

Opakované pozitívne korelácie v období dojčenia sme zaznamenali s energiou vydanou na spánok a  $VO_2$  a/alebo  $VCO_2$  a REE-IC v 3., 4. a 5. meraní. U dojčiacich žien sme podobnú štúdiu nenašli, no Spaeth a iní skúmali vplyv trvania spánku na REE u dospelých a zaznamenali, že s obmedzením spánku (bez výraznej zmeny denného režimu) sa znížil REE (Spaeth, a iní, 2015). Čo by čiastočne mohlo vysvetľovať aj nižšie hodnoty REE v období dojčenia, kvôli prerušovanému spánku z dôvodu starostlivosti o dieťa.

## 9. ZÁVER

V našej štúdií sme kalorimetrickým meraním potvrdili nárast REE v treťom trimestri tehotenstva (36. – 38. t. t.) oproti všetkým meraniam v období dojčenia. Zaznamenali sme aj zvýšenie REE/BSA pri poslednom tehotenskom meraní (36. – 38. t. t.) v porovnaní s meraniami vykonanými 3 – 4 týždne p. p. a 3. mesiace p. p.. REE prepočítaný na kg alebo kg FFM nevykazoval žiadne zmeny počas oboch období.

$VO_2$  a  $VCO_2$  s pribúdajúcimi týždňami tehotenstva narástli oproti laktačnému obdobiu ženy a RQ a nRQ sa nezmenili.

Pri oxidácii jednotlivých nutričných substrátov sme zaznamenali zmeny len pri oxidácii lipidov. Ženy v posledných týždňoch tehotenstva (36. – 38.) vykazovali vyššiu oxidáciu lipidov za deň oproti obdobiu dojčenia (g/deň, kcal/deň). Pri prepočítaní na FFM (g/kg FFM) sme zaznamenali rozdiel iba 3 mesiace p. p. oproti meraniu z 36. – 38. t. t..

Pri hľadaní korelácií medzi kalorimetrickými parametrami a fyzickými aktivitami sme potvrdili priamo úmernú súvislosť REE s TEE počas tehotenstva i v období dojčenia. Našli sme aj pozitívne korelácie so stupňom fyzickej aktivity a s oxidáciou sacharidov v neskoršom období dojčenia, alebo pozitívne korelácie s energiou potrebnou na spánok a REE,  $VO_2$ ,  $VCO_2$  takisto v období laktácie.



## 10. POUŽITÉ SKRATKY

AEE	activity energy expenditure – energia spotrebovaná na fyzickú aktivitu
AEE'	actual energy expenditure – aktuálny energetický výdaj
AF	activity factor – faktor aktivity
ATP	adenosintrifosfát
BMI	body mass index – index telesnej hmotnosti
BMR	basal metabolic rate – bazálny metabolizmus
BSA	body surface area – povrch tela
DIT	diet-induced thermogenesis – termogenéza induovaná stravou
FFM	fat free mass – netuková hmota
IF	injury factor – faktor poškodenia
MET	metabolic equivalent – metabolický ekvivalent
nRQ	non-protein respiratory quotient – nebielkovinový respiračný kvocient
P REE	resting energy expenditure during pregnancy – tehotenský pokojový energetický výdaj
p. p.	po pôrode
REE	resting energy expenditure – pokojový energetický výdaj
RQ	respiratory quotient – respiračný kvocient
t. t.	týždeň tehotenstva
TAG	triacylglyceroly
TEE	total energy expenditure – celkový energetický výdaj
TF	temperature factor – faktor telesnej teploty
UN	urinary nitrogen – dusík vylúčený močom
VCO <sub>2</sub>	objem vydychovaného oxidu uhličitého
VO <sub>2</sub>	objem spotrebovaného kyslíka
WHO	World Health Organization – Medzinárodná zdravotnícka organizácia

## 11. ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka č. 1 Porovnanie zloženia kolostra a zrelého materského mlieka.....	15
Tabuľka č. 2 Základné katabolické procesy .....	17
Tabuľka č. 3 Základné anabolické reakcie.....	17
Tabuľka č. 4 Príklady možných dosadených faktorov.....	24
Tabuľka č. 5 Hodnoty $VO_2$ , $VCO_2$ , RQ a RQ u tehotných a dojčiacich žien .....	43
Tabuľka č. 6 Pokojový energetický výdaj .....	44
Tabuľka č. 7 Oxidácia sacharidov .....	45
Tabuľka č. 8 Oxidácia lipidov.....	46
Tabuľka č. 9 Oxidácia proteínov.....	46
Tabuľka č. 10 Korelácie s celkovým energetickým výdajom.....	48
Tabuľka č. 11 Súhrn korelácií s celkovým energetickým výdajom .....	49
Tabuľka č. 12 Korelácie so stupňom fyzickej aktivity .....	50
Tabuľka č. 13 Korelácie s energiou vydanou na spánok.....	52
Tabuľka č. 14 Korelácie s energiou vydanou na vykonávanie hygieny.....	53
Tabuľka č. 15 Korelácie s energiou vydanou na prípravu jedla .....	54
Tabuľka č. 16 Korelácie s energiou vydanou na konzumáciu jedla .....	55
Tabuľka č. 17 Korelácie s energiou vydanou na upratovanie.....	56
Tabuľka č. 18 Korelácie s energiou vydanou na vykonávanie zamestnania.....	57
Tabuľka č. 19 Korelácie s energiou vydanou na dopravu .....	58
Tabuľka č. 20 Korelácie s energiou vydanou na odpočívanie.....	59
Tabuľka č. 21 Korelácie s energiou vydanou na navštevovanie .....	60
Tabuľka č. 22 Korelácie s energiou vydanou na umývanie riadu .....	60
Tabuľka č. 23 Korelácie s energiou vydanou na športovanie .....	61
Tabuľka č. 24 Korelácie s energiou vydanou na navštevovanie úradov.....	62
Tabuľka č. 25 Korelácie s energiou vydanou na sledovanie televízie.....	63
Tabuľka č. 26 Korelácie s energiou vydanou na pohlavný styk .....	64
Tabuľka č. 27 Korelácie s energiou vydanou na čítanie.....	65
Tabuľka č. 28 Korelácie s energiou vydanou na nakupovanie.....	66
Tabuľka č. 29 Korelácie s energiou vydanou na prechádzku.....	67

Tabuľka č. 30 Korelácie s energiou vydanou na dojčenie.....	67
Tabuľka č. 31 Korelácie s energiou vydanou na starostlivosť o dieťa .....	68

## **12. ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obrázok č. 1 Celkový energetický výdaj, názorné porovnanie tehotných a netehotných žien.....	26
--	----

## **13. ZOZNAM GRAFOV**

Graf č. 1 Rozdelenie celkových energetických výdajov .....	20
--	----

## 14. POUŽITÁ LITERATÚRA

1. **ACOG Committee Opinion No. 650. 2015.** ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. 2015, 126, 6, s. 135-142.
2. **Ainsworth, B. E., Haskell, W. L. a Herrmann, S. D. 2011.** The Compendium of Physical Activities Tracking Guide. *World Wide Web*. [Online] Healthy Lifestyles Research Center, College of Nursing & Health Innovation, Arizona State University, 2011. [Dátum: 29. 3. 2020]  
<https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>.
3. **Artal, R. 2019.** Exercise during pregnancy and the postpartum period. *UpToDate*. [Online] 2019. [Dátum: 15. 12. 2019]  
<https://www.uptodate.com/contents/exercise-during-pregnancy-and-the-postpartum-period#!>.
4. **Bender, R. L., Williams, H. S. a Dufour, D. L. 2017.** No change in energy efficiency in lactation: Insights from a longitudinal study. *American Journal of Human Biology*. 2017, 29,6, e23051.
5. **Blackburn, M. W. a Calloway, D. H. 1976.** Basal metabolic rate and work energy expenditure of mature pregnant women. *J. Am. Diet. Assoc.* 1976, 69, s. 24-28.
6. **Blackburn, M. W. a Calloway, D. H. 1974.** Energy expenditure of pregnant adolescents. *J. Am. Diet. Assoc.* 1974, 65, s. 24-30.
7. **Blackburn, M. W. a Calloway, D. H. 1985.** Heart rate and energy expenditure of pregnant and lactating women. *Am. J. Clin. Nutr.* 1985, 42, s. 1161-1169.
8. **Bottek, M., Neuls, F. a Klimešová, I. 2017.** *Fyziologie pro tělovýchovné obory: (vybrané kapitoly)*. Skripta. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. s. 18-20. ISBN 978-80-244-5307-1.
9. **Butte, N. F. a King, J. C. 2005.** Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutrition*. 2005, 8, 7a, s. 1010-1027.

10. **Butte, N. F. 2000.** Carbohydrate and lipid metabolism in pregnancy: normal compared with gestational diabetes mellitus. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 71, 5, 2000, s. 1256-1261.
11. **Butte, N. F., Hopkinson, J. M. a Mehta, N. 1999.** Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 69, 2, 1999, s. 299-307.
12. **Černá, M. a Kollárová, J. 2015.** *Laktační minimum pro pediatrii, 1. vydání*. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, 2015. s. 11-12. ISBN 978-80-8702-347-1.
13. **de Groot, L. C., Boekholt, H. A. a Spaaij, C. K. 1994.** Energy balances of healthy Dutch women before and during pregnancy: limited scope for metabolic adaptations in pregnancy. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994, 59.
14. **Dewey, K. G. 1997.** Energy and protein requirements during lactation. *Annual Review of Nutrition*. 1997, 17,1, s. 19-36.
15. **Durin, J. V. G. A. 1991.** Energy requirements of pregnancy. *Diabetes*. 1991, 40, s. 152-156.
16. **Duška, F. a Trnka, J. 2006.** *Biochemie v souvislostech. Díl I., Základy energetického metabolismu*. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. Praha: Karolinum, 2006. s. 152-155. ISBN 80-246-1116-3.
17. **Edward, M. J., Metcalfe, J. a Dunham, M. J. 1981.** Accelerated respiratory response to moderate exercise in late pregnancy. *Resp. Physiol.* 1981, 45, s. 229-241.
18. **Ferrari, N. a Graf, Ch. 2017.** Bewegungsempfehlungen für Frauen während und nach der Schwangerschaft. *Gesundheitswesen*. 2017, 79, 1, s. 36-39.
19. **Forsum, E., Kabir, N. a Sadurskis, A. 1992.** Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 56, 2, 1992, s. 334-342.

20. **Frankenfield, D. C., Muth, E. R. a Rowe, W. A. 1998.** The Harris-Benedict Studies of Human Basal Metabolism: History and Limitations. *Journal of the American Dietetic Association*. 1998, 98, 4, s. 439-445.
21. **Frosum, E. a Löf, M. 2007.** Energy metabolism during human pregnancy. *Annual Review of Nutrition*. 2007, 27, s. 277-292.
22. **Gaskin, I. M. 2011.** *Průvodce kojením*. Praha : Argo, 2011. s. 39-40. ISBN 978-80-257-0483-7.
23. **Gierová, L. 2019.** *Změny klidovéhoenergetického výdeje v průběhu gravidity*. Hradec Králové : Diplomová práce (Mgr.), Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biologických a lékařských věd, 2019. 04-06-2019.
24. **Gunderson, E. P. 2014.** Impact of breastfeeding on maternal metabolism: implications for women with gestational diabetes. *Curr Diab Rep*. 2014;14(2):460. doi:10.1007/s11892-013-0460-2. *Current diabetes reports*. 2014, 14, 2.
25. **Hanáková, T., Chvílová-Weberová, M. a Volná, P. 2015.** *Velká česká kniha o matce a dítěti, 2. aktualizované vydání*. Brno : CPress, 2015. s. 47-54. ISBN 978-80-264-0755-3.
26. **Harris, A. J. a Benedict, F. G. 1918.** A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1918, 4(12), s. 370-373.
27. **Heini, A., Schutz, Y. a Jéquier, E. 1992.** Twenty-four hour energy expenditure in pregnant and non-pregnant Gambian women measured in a whole-body indirect calorimeter. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992, 55, s. 1078-1085.
28. **Heller, J. a Vodička, P. 2011.** *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže, 1. vydání*. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. Praha : Karolinum, 2011. s. 7-15. ISBN 978-80-246-1976-7.
29. **HHS. 2018.** *Physical Activity Guidelines for Americans 2nd edition*. 2018. s. 8-85.



30. **Holeček, M. 2016.** *Regulace metabolismu základních živin u člověka, 2. vydání.* Praha : Karolinum, 2016. s. 78-81. ISBN 978-80-246-2976-6.
31. **Holeček, M. 2006.** *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin.* Praha : Grada, 2006. s. 71-83. ISBN 80-247-1562-7.
32. **Hrabčáková, J. 2013.** Cvičenie počas neskoršieho šestonedelia a dojčenia. *Dieta*. [Online] 6 2013. [Dátum: 10. 1 2020.] <https://www.dieta.sk/cvicenie-pocas-neskorsieho-sestonedelia-a-dojcenia/>.
33. **Hronek, M., Zadák, Z. a Hrnčiariková, D. 2009.** New equation for the prediction of resting energy expenditure during pregnancy. *Nutrition*. 2009, 25,9, s. 947-953.
34. **Knuttgen, H. G. a Emerson, K. 1974.** Physiological response to pregnancy at rest and during exercise. *Journal of Applied Physiology*. 36, 5, 1974, s. 549-553.
35. **Makowski, G., S. 2011.** *Advances in Clinical Chemistry, Zväzok 55, 1. vydanie.* USA : Academic Press, 2011. s. 133-135. ISBN 978-0-12-387042-1.
36. **Matouš, B. 2010.** *Základy lékařské chemie a biochemie.* Praha : Galén, 2010. s. 109. ISBN 978-80-7262-702-8.
37. **Melzer, K., Schutz, Y. a Boulvain, M. 2009.** Pregnancy-related changes in activity energy expenditure and resting metabolic rate in Switzerland. *European Journal of Clinical Nutrition*. 63, 2009, s. 1185–1191.
38. **Most, J., Dervis, S. a Haman, F. 2019.** Energy Intake Requirements in Pregnancy. *Nutrients*. 2019, 11, 8, 1812.
39. **Mul, J. D., Stanford, K. I. a Hirshman, M. F. 2015.** Exercise and Regulation of Carbohydrate Metabolism. *Progress in molecular biology and translational science*. 135, 2015, s. 17-37.
40. **Nagy, L. E. a King, J. C. 1983.** Energy expenditure of pregnant women at rest or walking self-paced. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1983, 38, 3, s. 369-376.

41. **Pařízek, A. 2009.** *Kniha o těhotenství a dítěti: český průvodce těhotenstvím, porodem, šestineděním - až do dvou let dítěte, 4. vydání.* Praha : Galén, 2009. s. 140-191. ISBN 978-80-7262-653-3.
42. **Pařízek, A. 2015.** *Kniha o těhotenství, porodu a dítěti, 1. díl, Těhotenství. 5. vydání.* Praha : Galen, 2015. s. 357-358. ISBN 978-80-7492-213-8.
43. **Pernoll, M. L., Metcalfe, J. a Schlenker, T. L. 1975.** Oxygen consumption at rest and during exercise in pregnancy. *Respir. Physiol.* 1975, 25, s. 285-293.
44. **Piers, L. S., Diggavi, S. N. a Thangam, S. 1995.** Changes in energy expenditure, anthropometry, and energy intake during the course of pregnancy and lactation in well-nourished Indian women. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 61, 3, 1995, s. 501-513.
45. **Pillay, S. P., Piercy, N. C. a Tolpanen, H. 2016.** Physiological changes in pregnancy. *Cardiovascular Journal of Africa.* 2016, 27, 2, s. 89-94.
46. **Plachá, M. 2010.** *Resting Energy Expenditure During Lactation.* Hradec Králové : Diplomová práce (Mgr.), Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biologických a lékařských věd, 2010. 01-06-2010.
47. **Poppitt, S. D., Prentice, A. M. a Jéquier, E. 1993.** Evidence of energy-sparing in Gambian women during pregnancy: a longitudinal study using whole-body calorimetry. *Am. J. Clin. Nutr.* 1993, 57, s. 353-364.
48. **Prentice, A. M., Goldberg, G. R. a Davies, H. L. 1989.** Energy-sparing adaptations in human pregnancy assessed by whole-body calorimetry. *Br. J. Nutr.* 1989, 62, s. 5-22.
49. **Prentice, A. M., Spaaij, C. J. a Goldberg, G. J. 1996.** Energy requirements of pregnant and lactating women. *European Journal of Clinical Nutrition.* 1996, 50 Suppl 1, s. 82-110.
50. **Rokyta, R. 2015.** *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi.* Praha : Grada, 2015. s. 256. ISBN 978-80-247-4867-2.

51. **Seitchik, J. 1967.** Body composition and energy expenditure during rest and work in pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1967, 97, s. 701-713.
52. **Sovišová, P. 2008.** *Hodnocení příjmu nutričních substrátů a vybraných nutrientů v graviditě.* Hradec Králové : Diplomová práce (Mgr.), Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra biologických a lékařských věd, 2008. 03-06-2008.
53. **Spaaij, C. J. K. 1993.** The efficiency of energy metabolism during pregnancy and lactation in well-nourished Dutch women. *PhD, University of Wageningen, The Netherlands.* 1993.
54. **Spaaij, C. J. K., van Raaij, J. M. A. a de Groot, L. C. P. G. M. 1994.** Effect of lactation on resting metabolic rate and on dietand work-induced thermogenesis. *American Journal of Clinical Nutrition.* 1994, 59, s. 42-47.
55. **Spaeth, A. M., Dinges, D. F. a Goel, N. 2015.** Resting metabolic rate varies by race and by sleep duration. *Obesity (Silver Spring).* 23, 12, 2015, s. 2349-2356.
56. **Spurr, G. B., Dufour, D. L. a Reina, J. C. 1998.** Increased muscular efficiency during lactation in Colombian women. *European Journal of Clinical Nutrition.* 1998, 52, s. 17-21.
57. **Thongprasert, K. a Valyvasevi, A. 1986.** The energy requirements of pregnant rural Thai women. *Nestlé Foundation Annual Report, pp. 105112.* 1986.
58. **Trojan, S. 2003.** *Lékařská fyziologie, 4. vydání.* Praha : Grada, 2003. s. 528-529. ISBN 80-247-0512-5.
59. **Uleland, K., Novy, M. J. a Metcalfe, J. 1973.** Cardiorespiratory exercise in normal women and patients with heart disease. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1973, 115, s. 4-10.
60. **van Raaij, J. M., Schonk, C. M. a Vermaat-Miedenna, S. H. 1990.** Energy cost of walking at a fixed pace and self-paced before, during and after pregnancy. *Am. J. Clin. Nutr.* 1990, 51, s. 158-161.

61. **web andeal. 2019.**  
<https://www.andeal.org/topic.cfm?menu=5299&pcat=1071&cat=3209>. [Online]  
[Datum: 20. 12. 2019]
62. **web indirectcalorimetry.**  
<https://www.indirectcalorimetry.net/omnical-nutrition-indirect-calorimeter/>.  
[Online] [Datum: 13. 3. 2020]
63. **web muni.**  
[https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Poznamky-metabolismus\\_vyziva.pdf](https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Poznamky-metabolismus_vyziva.pdf).  
[Online] [Datum: 20. 12. 2019]
64. **WHO/FAO/UNU. 2004.** *Human energy requirements Report of a Joint  
FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Rome, Italy, 17-24 October 2001.* 2004. s. 53-  
61. ISBN: 92 5 105212 3.
65. **Zadák, Z. a Květina, J. 2011.** *Metodologie předklinického a klinického výzkumu v  
metabolismu, výživě, imunologii a farmakologii.* Praha : Galén, 2011. s. 256-269.  
ISBN 978-80-7262-748-6.
66. **Zadák, Z. 2008.** *Výživa v intenzivní péči, 2. rozšířené a aktualizované vydání.*  
Praha : Grada, 2008. s. 42-44. ISBN 978-80-247-2844-5.
67. **Zwinger, A. 2004.** *Porodnictví.* Praha : Galén, 2004. ISBN 80-7262-257-9.

## 15. PRÍLOHY

### Príloha č. 1 Dotazník - výživa a energetický výdaj (Sovišová, 2008)

#### Těhotné

<b>Příjmení a jméno:</b>		<b>Kolikáté těhotenství:</b>	<b>Rodné číslo:</b>	
<b>Léčím se s:</b>		<b>Zaměstnání:</b>	<b>Týden těhotenství:</b>	<b>Výška (m):</b>
<b>Hmotnost před otěhotněním (kg):</b>	<b>Suplementy (vitaminy):</b>		<b>užíváte od:</b>	<b>do:</b>
<b>Hmotnost nyní (kg):</b>	<b>Výrobce:</b>		<b>léková forma:</b>	
	<b>Dávkování:</b>		(kapky, injekce...)	

<b>Příklady činností (např.)</b>	<b>Příklady potravin a jejich běžná množství</b>	
<i>Spánek</i>	<i>1 lžička cukru</i>	<i>6 g</i>
<i>Chůze</i>	<i>1 lžice cukru</i>	<i>12 g</i>
<i>Plavání</i>	<i>1 kostka cukru</i>	<i>3,4 g</i>
<i>Kolo</i>	<i>1 lžice vařených nudlí</i>	<i>7,5 g</i>
<i>Doprava do zaměstnání.</i>	<i>1 lžice oleje</i>	<i>20 g</i>
<i>Zaměstnání</i>	<i>1 lžice smetany</i>	<i>15 g</i>
<i>.Divadlo</i>	<i>1 lžice šlehačky</i>	<i>40 g</i>
<i>Jóga</i>	<i>1 lžice tvarohu</i>	<i>30 g</i>
<i>Kino</i>	<i>1 lžice krupice</i>	<i>15 g</i>
<i>Restaurace</i>	<i>1 lžice vařené rýže</i>	<i>7,5 g</i>
<i>Doprava domů</i>	<i>1 plátek chleba</i>	<i>50-80 g</i>
<i>Nákup</i>	<i>1 plátek veky</i>	<i>25 g</i>
<i>Pletení</i>	<i>1 plátek vánočky</i>	<i>40 g</i>
<i>Práce na počítači</i>	<i>porce brambor cca</i>	<i>340 g</i>
<i>Odpočinek</i>	<i>porce brambor. kaše</i>	<i>350 g</i>
<i>Mytí oken</i>	<i>porce těstovin</i>	<i>180 g</i>
<i>Domácí práce (úklid)</i>	<i>porce těstovin domác.</i>	<i>200 g</i>
<i>Doprava za kult., cvič.</i>	<i>porce rýže</i>	<i>185 g</i>
<i>Kultura, zábava</i>	<i>porce čočky</i>	<i>200 g</i>
<i>Doprava domů</i>	<i>porce špenátu</i>	<i>130 g</i>
<i>Práce na zahradě</i>	<i>porce zeli vařené ho</i>	<i>120 g</i>
<i>.Zametání</i>	<i>porce zeli čerstvé – salát</i>	<i>150 g</i>
<i>Venčení psa</i>	<i>1 ks kedlubna</i>	<i>70 g</i>
<i>Návštěva lékaře</i>	<i>1ks salát hlávkový</i>	<i>60 g</i>
<i>Pohlavní styk</i>	<i>1 ks mrkev</i>	<i>50 g</i>
<i>Cvičení (druh)</i>	<i>1ks ředkvička</i>	<i>10 g</i>
<i>Sledování TV</i>	<i>1 ks rajče</i>	<i>60 g</i>
<i>Četba knihy, časopisu</i>	<i>1 ks paprika</i>	<i>60 g</i>
<i>Kurz těhotenský</i>	<i>1 ks banán</i>	<i>150-200 g</i>
<i>Utírání prachu</i>	<i>1 ks broskev cca</i>	<i>85 g</i>
<i>Praní ruční</i>	<i>1 ks mandarinka</i>	<i>70-100 g</i>

<b>Den v týdnu:</b>		<b>Datum:</b>	
Činnost	Trvání (hod,min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce,ks, g,ml)
spánek		<b>Sn</b>	
hygiena ranní a večerní			
Sn: příprava + konzumace			
úklid			
zaměstnání (druh práce)		<b>Sv</b>	
doprava			
Sv: příprava + konzumace (po celý den)			
odpočinek		<b>O</b>	
návštěva			
O: příprava + konzumace			
mytí nádobí			
sport			
Ve: příprava + konzumace		<b>Sv</b>	
úřady			
sledování televize		<b>Ve</b>	
pohlavní styk			
čtení (knihy,časopis)			
nákup			