

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



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**ENERGETICKÝ VÝDEJ V GRAVIDITĚ**

**Vedoucí diplomové práce PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.**

**Hradec Králové, 2008**

**Barbora Němcová**

Chtěla bych poděkovat svému školiteli PharmDr. Miloslavu Hronkovi, Ph.D. za vstřícnou a obětavou pomoc při zpracování této diplomové práce.

Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci řádně citovány.

# 1. Obsah

1. Obsah .....	4
2. Úvod.....	5
3. Cíl studie .....	6
<b><u>Teoretická část</u></b>	
4. Energetický výdej těhotenství.....	6
Srdeční výdej.....	6
Průtok krve v jednotlivých systémech .....	7
Objemy tělesných tekutin a hematologický systém.....	7
Metabolismus .....	7
5. Těhotenský váhový přírůstek .....	16
6. Bazální metabolický výdej (BMR) .....	18
7. Klidový metabolický výdej (RMR) .....	23
7.1. Klidový metabolický výdej u dospělých těhotných žen .....	23
7.2. Klidový metabolický výdej u mladistvých těhotných žen .....	27
8. Stravou indukovaná termogeneze (DIT).....	30
9. Celkový energetický výdej těhotenství (TEE).....	31
10. Metabolismus a fyzická aktivita.....	47
<b><u>Experimentální část</u></b>	
11. Metoda hodnocení výsledků TEE .....	56
12. Výsledky .....	58
12.1 Závislost celkového energetického výdeje (TEE) na vybraných parametrech .....	62
12.1.1 Dělení žen na trimestry těhotenství.....	62
12.1.2 Ženy rozděleny do BMI skupin .....	87
12.2 Závislost týdnů těhotenství, hmotnosti, BM na vybraných parametrech.....	98
12.2.1 Závislost týdnů těhotenství na vybraných parametrech.....	98
12.2.2 Závislost hmotnosti (kg) na vybraných parametrech .....	99
12.2.3 Závislost BM (kcal) na vybraných parametrech .....	100
12.2.4 Závislost BMI ( $\text{kg/m}^2$ ) na vybraných parametrech.....	101
13. Diskuse.....	102
14. Závěr .....	107
15. Abstrakt.....	108
<u>16. Souhrn tabulek .....</u>	<u>110</u>
17. Seznam použitých zkratk.....	115
18. Použitá literatura, příloha .....	116

## 2.Úvod

Veškeré životní pochody našeho organismu potřebují energii, a samotný život je neustálou a nepřerušovanou přeměnou energie. Potrava slouží jako palivo, které tuto nezbytnou energii dodává. Jeden termodynamický zákon říká, že "energie se netvoří, ani se neztrácí, pouze se přeměňuje." Potrava tedy dodává energii, kterou náš organismus přeměňuje v energii elektrickou (nervový systém), tepelnou (udržuje tělesnou teplotu) nebo mechanickou (umožňuje pohyb), (Diviš J, 2003). Existují tři hlavní složky energetického výdeje: bazální metabolismus, aktivní pohyb a zpracovávání potravy. Nejvíce energie vydává tělo prostřednictvím bazálního metabolismu, což je množství energie, které je potřebné pro základní životní pochody v organismu, ve spánku, za normální teploty, za úplného tělesného i duševního klidu. Je to tzv. základní látková přeměna, jejíž energetická spotřeba se za 24 hodin udává v průměru 7140 kJ (1700 kcal) u mužů a 6300 kJ (1500 kcal) u žen. Během jedné hodiny spánku či úplného klidu tedy vydáme 250-300 kJ (60-70 kcal), tedy za minutu spálíme 4,2-5 kJ (zhruba 1 kcal), ([www.stob.cz](http://www.stob.cz)). Základní energetická přeměna (bazální metabolismus) pokrývá energeticky dostačujícím způsobem všechny vitální funkce člověka. Veškerá lidská aktivita zvyšuje energetické nároky organismu. Podle toho se odvíjí konkrétní potřeba krytí energie potravou. Ta je závislá na řadě proměnných, jako je věk, pohlaví, tělesná hmotnost, výška a zejména fyzická aktivita. Na bazální energetickou přeměnu proto nasedá spotřeba dodatečné energie, odpovídající nárokům na činnost organismu, a to zejména na trávení, sport, práci, těhotenství a laktaci (Diviš J, 2003). Ženy mají vyšší energetické potřeby, když jsou těhotné, podporují růst a rozvoj plodu, placenty a reprodukčních tkání, dělohy a prsou. Navíc energetické potřeby odráží mateřské zásoby tuku a všeobecné zvýšení metabolismu během těhotenství (Pitkin R. M, 1999).

### 3. Cíl studie

Sledovali jsme energetický výdej těhotných žen pomocí základních energetických parametrů, celkový energetický výdej (TEE) a bazální metabolismu (BM). Do studie bylo zapojeno 137 těhotných žen v různém trimestru těhotenství. Energetický výdej byl hodnocen pomocí sedmidenních záznamů v dotazníku. Celkový energetický výdej a bazální metabolismus odráží změny těhotenského metabolismu. Doposud byly v České republice provedeny dvě studie těchto energetických parametrů Novosádová I., Malíková P. V zahraničí bylo publikováno několik studií. Cílem studie bylo stanovit celkový energetický výdej u těhotných žen v průběhu těhotenství a porovnat energetické výdeje českých žen s výsledky zahraničních studií.

#### Teoretická část

### 4. Energetický výdej těhotenství

#### 4.1. Základní údaje o těhotenství

##### Srdeční výdej

Srdeční výdej je dán součinem tepového objemu, tepové frekvence a zvyšuje se v průběhu těhotenství asi o 40 % ( **tabulka 1** ). Srdeční výdej se zvyšuje od 8. týdne těhotenství, ve 30.–34. týdnu těhotenství dosahuje maxima (9 l/min) a nemění se až do porodu. Na začátku těhotenství se srdeční výdej zvyšuje pouze zvýšením tepového objemu s maximem zvýšení o 25 – 30 % ve 12. – 24. týdnu. Tepová frekvence se zvyšuje až v průběhu těhotenství a na jeho konci je až o 15 úderů/min vyšší než u netěhotné ženy.

**Tabulka 1:** Změny kardiiovaskulárního systému těhotné ženy

Změny kardiiovaskulárního systému těhotné ženy	
Parametr	Změna (%)
<b>Celkový objem krve</b>	+40
<b>Plazmatický objem</b>	+45
<b>Počet erytrocytů</b>	+20-40
<b>Srdeční výdej</b>	+40
<b>Tepový objem</b>	+30
<b>Srdeční frekvence</b>	+15-20

## **Průtok krve v jednotlivých systémech**

V těhotenství se průtok krve zvyšuje zejména v děloze, v ledvinách, v prsech a kůži. Prostřednictvím zvýšeného průtoku krve kůží se uvolňuje teplo produkované plodem a zvýšeným metabolismem matky v těhotenství. Při fyzické námaze se následkem redistribuce krve do svalů snižuje průtok krve fetoplacentární jednotkou.

## **Objemy tělesných tekutin a hematologický systém**

Objem plazmy se zvětšuje s velikostí plodu – čím větší plod, tím větší plazmatický objem. Objem plazmy se rovněž zvětšuje v závislosti na výšce ženy, počtu a četnosti těhotenství. Zvýšený objem plazmy (a tím i krve) v těhotenství je nutný při zvýšeném průtoku krve některými orgány (děloha, ledviny, kůže, prsy) a pro kompenzaci ztrát krve při porodu.

## **Metabolismus**

V důsledku rychlého růstu plodu a placenty a jejich zvyšujících se nutričních požadavků nastávají v těhotenství kvalitativní a kvantitativní změny metabolismu. Metabolické změny jsou ovlivňovány změnou produkce a sekrece některých hormonů u matky a tvorbou nových hormonů ve fetoplacentární jednotce a v neposlední řadě také transportem látek přes placentu. V těhotenství se zvyšuje spotřeba O<sub>2</sub> a bazální metabolismus, ve III. trimestru až o 15–20 % ([www.porodnice.cz](http://www.porodnice.cz), 2006-7).

### **4.2. Energetické požadavky**

Základní požadavek stravy je energie ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com), 1992). Celkové energetické potřeby během těhotenství jsou mezi 2500 - 2700 kcal/den pro většinu žen, ale pro doporučení celkové energetické potřeby se přihlíží k pregravidnímu BMI, poměru váhového přírůstku, mateřskému věku a fyziologické chuti k jídlu ([www.google.com](http://www.google.com), 2007). Durnin odhadl, že energetický výdej těhotenství je okolo 60 000 kcal u dobře živých žen ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com), 1992). Hytten odhadl, že energetický požadavek pro těhotné ženy, které mají adekvátní pregravidní stav stravy, je celkem 85 000 kcal nebo navíc 300 kcal/den. Z 85 000 kcal, okolo 41 000 kcal je uloženo jako přírůstek tuku a zbylé tkáně a okolo 36 000 kcal je požadováno pro zvýšení metabolického výdeje (**tabulka 2**). Další 8 000 kcal je potřebné na metabolizaci stravy. Okolo 3,5 kg mateřského tuku je uloženo pro potřeby celkové energie během druhého a třetího trimestru těhotenství.

Potřeby pro růst plodu jsou maximální v třetím trimestru.

**Tabulka 2:** Kumulativní energetický výdej těhotenství spočítaný z energetických ekvivalentů proteinů a tukových přírůstků a energetický výdej podpory plodu a přidané mateřské tkáně

	Equivalent (kcal/den) a v následujících týdnech těhotenství			Kumulativní celkový výdej	
	0–10	10–20	20–30	30–40	(kcal)
<b>Proteiny</b>	3.6	10.3	26.7	34.2	5,186
<b>Tuk</b>	55.6	235.6	207.6	31.3	36,329
<b>Kyslíková spotřeba</b>	44.8	99.0	148.2	227.2	35,717
<b>Celková čistá energie</b>	104	344.9	382.5	292.7	77,234
<b>Metabolizace<sup>b</sup></b>	114	379	421	322	84,957

<sup>b</sup> metabolizovaná energie = celková čistá energie + 10%

Snahou odhadnout energetické požadavky těhotenství pomocí dvou hlavních složek energetického výdeje: odpočinkového metabolismu a energetického výdeje aktivit mají odpovědnost za 90 % nebo větší celkový energetický výdej ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com)). V Británii Hytten and Leitch užili data od >3800 prvorodiček, které jedly bez omezení, pro odhadnutí fyziologických norem váhového přírůstku během těhotenství a váhového přírůstku spojeného s nejlepším reproduktivním výkonem. Hytten a Leich zjistili, že celkový těhotenský váhový přírůstek 12,5 kg byl spojen s lepším reproduktivním výdejem porodu, přežitím novorozence a incidencí preeklampsie.

Definice energetických požadavků těhotenství z 1985 FAO/WHO/UNU zprávy:

„Energetický požadavek těhotné ženy je dán úrovní energetického příjmu jídla, který je v rovnováze s energetickým výdejem žen, velikostí těla, složením a úrovní fyzické aktivity a souhlasí s dobrým zdravím a sleduje nezbytné ekonomické a sociální udržení žádoucí fyzické aktivity. Energetický požadavek v těhotenství zahrnuje energetické potřeby spojené s uložením žádoucí tkáně při optimálním těhotenském výdeji“ (Butte N. F., King J. C.2005).



Vhodné informace o energetických požadavcích během těhotenství jsou získány prvotně ze studií dobře živých zdravých západních žen. Předběžné evidence dokazují, že metabolická přizpůsobení zpracovávání energie u špatně živých těhotných žen se liší nepochybně od dobře živých žen. Studie ukázaly, že energetické potřeby se zvyšují během těhotenství, protože dochází k následujícímu: zvýšení váhy těla, pro vykonávání normálních aktivit je potřebná další energie, o 10-15 % se zvýší bazální metabolický poměr a energetický výdej plodu a fyziologické změny během těhotenství. Energetické potřeby jsou okolo 250 kcal/den v třetím trimestru těhotenství a 70 kcal/den na konci těhotenství, proto celkové energetické potřeby metabolismu, aktivity a růstu jsou 2550 a 2370 kcal/den v třetím trimestru a na konci těhotenství. To je okolo 1,65 až 1,55 krát bazální metabolický výdej nebo 1,55 až 1,45 krát klidový metabolický poměr v třetím trimestru a na konci těhotenství.

### **Faktoriální přístup k odhadnutí energetických požadavků**

Faktoriální přístup je shrnutím energetických ekvivalentů proteinů tkáně a přírůstku tuku a energetického metabolismu, které potřebují přidané tkáně. Faktor změny energie stravy, energie tkáně musí být přidán k přibližným celkovým energetickým požadavkům jídla. Hytten a Chamberlain užili faktoriální přístup k výpočtu celkového energetického výdeje těhotenství, který je okolo 85 000 kcal. Třísložkovým srovnáním celkového energetického výdeje pomocí ekvivalentu tuku a proteinů, které získá plod a přidané mateřské tkáně při účinné přeměně stravy na energii tkáně. Odhady celkového energetického výdeje založené na odhadnuté tukové retenci 3,8 kg a zvýšené podpoře energetického metabolismu 36 000 kcal. Pro výpočet energetického výdeje proteinů a tukového uložení užili Hytten a Chamberlain intenzitu spalování 5,6 kcal/g proteiny a 9,5 kcal/g tuky a předpokládali účinnost energetické utilizace stejnou jako pro udržování výdeje (0,90), ([www.fao.org/doc](http://www.fao.org/doc), 1981).

**Tabulka 3:** Celkový energetický výdej těhotenství

Celkový energetický výdej těhotenství vypočítaný ze získaných energetických ekvivalentů tkáně a energie požadující tkáně			
	<b>g</b>	<b>kcal equivalent</b>	<b>celkový kcal</b>
<b>Proteiny</b>	925	5.6 kcal/g	5,180
<b>Tuk</b>	3,825	9.5 kcal/g	36,337
<b>Kyslíková spotřeba</b>	10,293 ml	3.47 kcal/ml	35,717
<b>Celková čistá energie</b>			77,234
<b>Metabolizovaná energie (Celková + 10%)</b>			84,957

([www.fao.org/doc](http://www.fao.org/doc), 1981).

U teoretického modelu Hyttena a Chamberlaina bylo množství tukového přírůstku 43% a bazální metabolismus byl 42% pro většinu energetického výdeje těhotných žen.

Hyttenu a Chamberlainův teoretický model odhadnutí energetických požadavků během těhotenství u dobře živých žen (**tabulka 4**). Předpoklady tohoto modelu jsou: pregravidní váha těla mezi 60 a 65 kg, průměrný těhotenský váhový přírůstek 12,5 kg a průměrná dětská porodní váha 3,4 kg. Tento model byl základem v roce 1985 pro FAO/WHO/UNU doporučení energetického příjmu těhotných žen (Butte N. F., King J. C., 2005).

**Tabulka 4:** Hyttenův a Chamberlainův teoretický model kumulativního výdeje těhotenství

Poměr tkáňového uložení	<b>0. – 10. týden těhotenství *</b>	<b>10. – 20. týden těhotenství</b>	<b>20. – 30. týden těhotenství</b>	<b>30. – 40. týden těhotenství</b>	<b>Kumulativní celkový výdej (g)</b>
<b>Váhový přírůstek (g/den)</b>	12	48	64	57	12 500
<b>Proteinové uložení (g/den)</b>	0,64	1,84	4,76	6,10	925
<b>Tukové uložení (g/den)</b>	5,85	24,80	21,85	3,30	3825
Faktoriální odhad energetického výdeje těhotenství	<b>0. - 10. týden těhotenství*</b>	<b>10. - 20. týden těhotenství</b>	<b>20. - 30. týden těhotenství</b>	<b>30. – 40. týden těhotenství</b>	<b>Kumulativní celkový výdej (kcal)</b>
<b>Proteinové uložení (kcal/den)</b>	3,58	10,27	26,76	34,16	5183,47
<b>Tukové uložení (kcal/den)</b>	55,66	235,55	207,60	31,29	36311,75
<b>Přírůstek bazálního metabolismu (kcal/den)</b>	44,67	98,90	148,11	227,19	35699,95
<b>Účinnost energetické utilizace (kcal/den)</b>	10,51	34,40	38,22	29,14	7719,54
<b>Celkový energetický výdej těhotenství (kcal/den)</b>	113,95	378,88	420,70	321,79	84916,39

Také Hytten a Leitch teoreticky odhadli energetický výdej těhotenství. Vyšli z průměrných hodnot proteinů a tukového uložení a zvýšení bazálního metabolismu pro vypočítání extra energetických požadavků 355 640 kJ (85 000 kcal) přes průběh těhotenství; tato hodnota

byla všeobecně (ne univerzálně) přijatá jako základ pro standardy stravování. WHO rovněž doporučila největší denní přírůstky energie 1046 - 1255 kJ (250-300 kcal) během těhotenství (Pitkin R. M., 1999).

Jestliže těhotenství trvá průměrně přes 280 dní, kumulace energetického výdeje je okolo 300 kcal/den. Nicméně během prvního trimestru je relativně malý přírůstek plodu nebo mateřské tkáně a denní extra potřeba energie je dána pouze okolo 115 kcal/den. Během dalších dvou trimestrů extra energie je potřebná prvotně pro přírůstek mateřské tkáně, kterou tvoří tuk. Tyto průměrné přírůstky byly okolo 380 a 420 kcal/den v druhém a třetím trimestru, **naopak**. Tkáně plodu je nejvíce v třetím trimestru. Průměrný denní výdej je pouze okolo 320 kcal ([www.fao.org.doc](http://www.fao.org/doc), 1981). Extra energetické požadavky pro celé těhotenství jsou tradičně odhadnuty jako 1200 kJ/den nebo 325 MJ . Tyto odhady přibližně měřily energetické výdeje u dobře živěných žen, ale ne u západních populací, kde existují omezení stravy a ženy mají mnohem nižší výdej. Vhodná data navrhuje, že extra energetické požadavky během těhotenství se liší od 0 - 500 MJ a jsou závislé na mateřském energetickém stavu. Jestliže doplňky energie jsou limitovány, dojde k adaptaci šetřící energii pro růst plodu; jestliže přísun energie je nadměrný, energetické rovnováhy může být dosaženo odlišnými cestami závisle na individuálních změnách příjmu jídla nebo cílů aktivit a na přizpůsobení základního metabolismu nebo uložení tuku (King J.C., Butte N. F., Bronstein M.N., Kopp L.E. a Lindquist S.A. 1994). Faktoriální přístup nezahrnuje příjem extra energie, která je potřebná pro pohyb těžších těl během fyzické aktivity. Místo toho je opakovaně předpokládáno, že dochází k redukci aktivity. Snížení energetického výdeje je fyziologicky přizpůsobeno těhotenství, ve kterém dojde všeobecně k uvolnění nezávislých svalů a zlepšení výměny dýchacích plynů.

### **Nepřímá kalorimetrie**

Spotřeba kyslíku je dána bazálním metabolismem a různými fyzickými aktivitami. Celkový denní energetický výdej je pak vypočítán ze zaznamenaných aktivit. Odhadnutí kumulace (zadržení energetického výdeje těhotenstvím) energetického ekvivalentu získané tkáně musí být přidáno ke kumulativním energetickým výdejům ([www.fao.org.doc](http://www.fao.org/doc), 1981). Celkový energetický výdej (TEE) zahrnuje 3 složky - bazální energetický výdej (BEE), postprandiální energetický výdej (PEE) a fyzickou aktivitu. V těhotenství se musí přidat ještě k těmto třem energetickým výdejům faktor přírůstku tkáně. Data doplněná několika studiemi bazálního energetického výdeje (BEE) během těhotenství ukazují průměrné zvýšení přibližně o 20% z netěhotenských poměrů, s průměrem 13 - 48%. Průměrný BEE

1,11 kcal/minutu s poměrem z 1,06 až 1,17 kcal/minutu. Blackburn a Calloway sledovali změny BEE od 20. týdne těhotenství do porodu a zjistili souhlasně zvýšení BEE do 36. týdne těhotenství s žádným dalším zvyšováním po 36. týdnu těhotenství. Aktuální měření BEE jsou ve všeobecném souhlasu s odhady změn kyslíkové spotřeby uveřejněné Hytten. V třetím trimestru těhotenství je kalorický ekvivalent zvýšení čisté kyslíkové spotřeby 227 kcal/den nebo 0,16 kcal/minutu ( [www.fao.org.doc](http://www.fao.org/doc), 1981). Energetická potřeba se v těhotenství zvýší jen asi o 15%, tedy na 2100 až 2200 kcal/denně (1 kcal = 4,186 kJ), (Machův F.1999 ). Odhady energetických požadavků mohou být vypočítány užitím zvýšení bazálního metabolického výdeje (BMR) nebo zvýšením celkového energetického výdeje (TEE). Obě metody výpočtu dávají podobná řešení pro celé těhotenství, ale odlišné informace v třetím trimestru distribuce energetických požadavků (Forsum E.a Löf M., 2007). Ve studii 63 žen (17 s nízkým BMI, 34 s normálním BMI a 12 s vysokým BMI ( kg/m<sup>2</sup>)) byl odhadnut v 0., 9., 22. a 36. týdnu těhotenství a v 27. týdnu po porodu energetický požadavek žen. BMR se zvýšil postupně skrz těhotenství v průměru ( $\pm$ SD) poměru  $10.7 \pm 5,4$  kcal/těhotenský týden, poněvadž TEE se zvýšil  $5,2 \pm 12,8$  kcal/těhotenský týden, který ukázal nepatrné snížení AEE. Energetický výdej těhotenství závisel na BMI skupině. Ačkoliv celkové uložení proteinů se nelišilo jednoznačně v BMI skupinách ( průměr pro 3 skupiny: 611g proteinů), FM uložení (5.3, 4.6 a 8.4 kg FM v nízké, normální a vysoké BMI skupině,  $P = 0,02$ ). Energetické výdeje se lišily jednoznačně v BMI skupinách ( $P = 0.02$ ). V normální BMI skupině se energetické požadavky zvýšily zanedbatelně v prvním trimestru, 350 kcal/den v druhém trimestru a 500 kcal/den v třetím trimestru. Extra energetický příjem je požadován u zdravých těhotných žen a podporuje adekvátní těhotenský váhový přírůstek a zvýšení BMR, které celkově nahrazují snížený AEE (Butte N. F., Wong W. W, Treuth M. S., Ellis K. J. a Smith E O. 2004). Zvýšení BMR během těhotenství je pozorováno u žen z rozvinutých i rozvojových zemí. U dobře živěných žen BMR obvykle začíná být zvýšený brzy po koncepci a pokračuje do porodu. Stále značná variace u dobře živěných žen vede ke kumulativnímu zvýšení BMR. U 10 amerických žen zvýšení BMR z – 2388,92 až 82656,47 kcal; americké ženy mají.největší kumulativní zvýšení BMR a uloží nejmenší množství tuku do těla. U žen z rozvojových zemí s váhovými přírůstky okolo 9 kg se BMR obvykle začíná zvyšovat v pozdější polovině těhotenství, ačkoliv u podvyživených gambijských žen se setkáváme s potlačením bazálního metabolismu, který vytrvá dobře do třetího trimestru těhotenství. Průměrný BMR byl u těhotných gambijských žen stále nižší než pregravidní BMR. Zvýšení energetické účinnosti u gambijských žen, tento efekt byl

pozorován i u britských a holandských těhotných žen; štíhlejší britské ženy ukázaly snížení BMR, upravení FFM, nahoru směrem k 24. týdnu těhotenství. Nebyla zjištěna korelace mezi počátečním tukem těla a změnou BMR u skotských nebo gambijských žen (Butte N. F., King J. C., 2005 ).

U 57 studovaných nizozemských žen byla váha těla v 10. týdnu těhotenství o 1,1 kg vyšší než pregravidní (n = 23). Po zbylé těhotenství se váha těla zvýšila na 10,5 kg (n = 57). Okolo 10. týdne těhotenství byla hmota tuku těla o 0,4 kg vyšší než pregravidní (n = 19). V posledních 10 - ti týdnech těhotenství tuková hmota těla byla 2,1 kg nad hodnotu v 10. týdnu (n = 42). Energetický výdej těhotenství, vypočítaný jako extra energie uložená do nové tkáně související se zvýšením bazálního metabolismu, je 68322,98 kcal ( 1020 KJ/den), který je pouze o 11% nižší než teoretické odhady požadavků energie 77161,97 kcal. Energetická nesrovnalost v těhotenství byla okolo 224,56 kcal/den. Hlavní mechanismy, v kterých tělo těhotné ženy šetří energii a překrývá energetické nesrovnalosti těhotenství jsou přizpůsobení fyzické aktivity, zvýšení pracovní výkonnosti a přizpůsobení metabolické odpovědi k jídlu. Šetření fyzické aktivity u žen nepřevyšuje 84,80 kcal/den (van Raaij J.M., Vermaat-Miedema S.H., Schonk C.M., Peek M.E., Hautvast J.G., 1987).

Energetický výdej těhotenství byl měřen u vesnických thajských žen mezi 10. týdnem těhotenství a porodem. Energetický výdej těhotenství, který zahrnuje zvýšení bazálního metabolického výdeje (BMR), je součtem energetického ekvivalentu mateřského tuku a odhadnutého energetického ekvivalentu tuku plodu a mateřských proteinů a byl 48256,09 kcal. BMR byl zvýšený celkem o 23889,15 kcal a mateřský tukový přírůstek byl odhadnutý okolo 1,3 kg, ekvivalent 14333,49 kcal. Energetický výdej byl větší, než zahrnuje zvýšení příjmu jídla celkem, 56856,16 kcal s malou evidencí doplňkové redukce celkového energetického výdeje snížením fyzické aktivity. Váhový přírůstek od 10. týdne těhotenství do porodu byl 8,9 (2,9)kg s jednotným poměrem okolo 0,3 kg/týdně. BMR od 10.týdne až 15. týdne byl nejednoznačně zvýšen a potom podstatně zvýšen do porodu. (Thongprasert K., Tanphaichit V., Valyasevi A., Kittigool J., Durnin J.V., 1987).

Měření energetického příjmu, bazálního metabolického výdeje, váhy těla, složení těla a fyzické aktivity byly měřeny u 88 skotských žen během těhotenství. Průměrný váhový přírůstek (od 10. týdne do 40. týdne těhotenství ) byl 11,7 kg. Mateřský přírůstek tuku (od 10. týdne) byl 2,1 kg. Celkové zvýšení bazálního metabolismu po celé těhotenství bylo 30100,33 kcal. Celkový energetický výdej plodu a mateřských tkání a zvýšeného metabolismus byl 67128,52 kcal a energetický příjem pouze 21022,46 kcal. Vysvětlení

deficitu 46106,07 kcal je, že se neprojeví malá snížení energetického výdeje (Durnin J.V., McKillop F.M., Grant S., Fitzgerald G., 1987).

40 venkovských filipínských žen bylo studováno dlouhodobě od 11. - 16. týdne těhotenství až do 3 měsíce po porodu. Kumulace energetického výdeje těhotenství pro druhý a třetí trimestr těhotenství byla 45150,50 kcal (1130 KJ/den). Změny ve fyzické aktivitě poskytly odhady energetických potřeb (89,58-99,14 kcal/den pro druhý a třetí trimestr těhotenství). Tato měření zjistila nevysvětlitelný deficit nejméně 167,22 kcal/den (Tuazon\_M.A., Raaij van J.M., Hautvast J.G., Barba C.V., 1987).

Složky denního energetického výdeje byly měřeny sériově celotělovou kalorimetrií u gambijských žen před těhotenstvím a v 6., 12., 18., 24., 30. a 36. týdnu těhotenství. Váhový přírůstek byl (průměrně  $\pm$  SD)  $6.8 \pm 2.8$  kg, uložení tuku bylo  $2.0 \pm 2.5$  kg a uložení zbylé tkáně bylo  $5.0 \pm 2.5$  kg. Základní metabolický výdej (BMR) byl snížen během prvních 18 – ti týdnů těhotenství. Celková kumulativní podpora výdejů je 2006,69 kcal do 36. týdne těhotenství. Celkový metabolický výdej byl 34400,38 kcal v 36. týdnu (plod 10272,34 kcal, tukové uložení 21978,02 kcal, kumulativní podpora výdejů 2006,69 kcal). Celkový energetický výdej byl nižší, než u dobře živěné západní populace (Poppitt S.D., Prentice A.M., Jequier E., Schutz Y. a Whitehead R.G., 1993)

Dlouhodobá data o energetických požadavcích těhotných žen v pěti státech - Skotsko, Nizozemí, Gambie, Thajsko a Filipíny- ukazují, že energetické výdeje těhotenství jsou okolo 59722,89 kcal (60 000 kJ). Váhový přírůstek během těhotenství byl identický pro skotské, thajské a filipínské ženy. Naopak gambijské ženy šetří mnoho energie základním metabolismem na počátku těhotenství a ukončily těhotenství s pozitivní energetickou rovnováhou okolo 10989,01 kcal během celého těhotenství. Gambijské ženy odráží silnou fyziologickou adaptaci k těhotenství **tabulka 5**, (Durnin J.V., 1987).

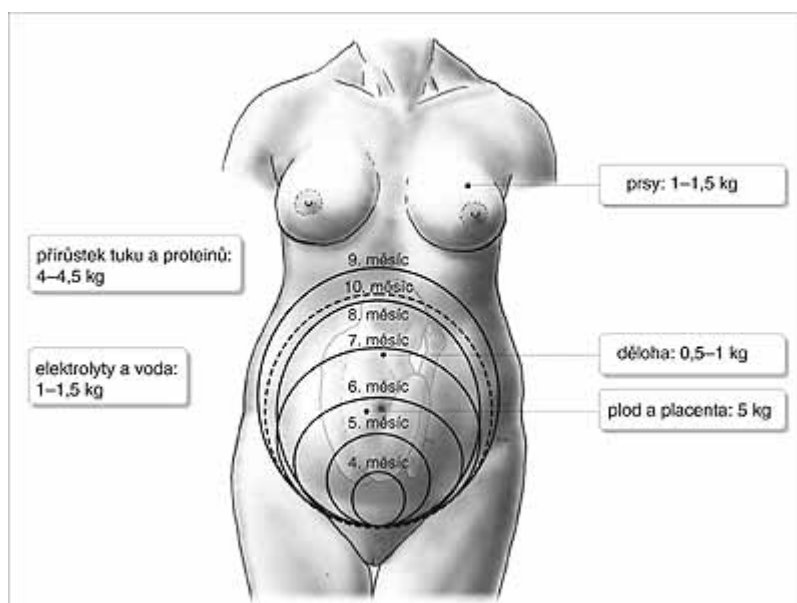
**Tabulka 5:** Shrnutí údajů ze Skotska, Filipín, Thajska, Nizozemí a Gambie

	<b>Těhotenský váhový přírůstek (kg)</b>	<b>Přírůstek tuku (kg)</b>	<b>Zvýšení BMR v těhotenství (kcal)</b>	<b>Deficit energie</b>
<b>Skotsko</b>	11,7	2,1(od 10.TT)	30100,33	46106,07 kcal
<b>Filipíny</b>				167,22 kcal/den
<b>Thajsko</b>	8,9	1,3	48256,09	
<b>Nizozemí</b>	10,5	2,1	68322,98	224,56kcal/den
<b>Gambie</b>	$6,8 \pm 2,8$	$2,0 \pm 2,5$	2006,69	

## 5. Těhotenský váhový přírůstek

Přírůstek váhy by měl odpovídat složení těla a dobrému zdraví ženy i dítěte. Váhový přírůstek během těhotenství zahrnuje produkty koncepce (plod, placentu, amniovou kapalinu), zvětšení mateřských tkání (děloha, prsa, krev, extracelulární extravaskulární kapalina) a zvýšení mateřských tukových zásob (Butte N. F. a King J. C., 2005 ). V době termínu porodu dosahuje hmotnost dělohy v průměru 1100 g a obsah dutiny děložní je 5 – 20 l, někdy i více ([www.porodnici.cz,2006-7](http://www.porodnici.cz,2006-7)). Průměrný přírůstek tělesné hmotnosti je na konci těhotenství 11 – 12 kg, v I. trimestru je to 1 – 2 kg, ve II. a III. trimestru vždy 5 kg (**obr. 1**). 1000 g z celkového přírůstku hmotnosti připadá na bílkovinu, z toho je 50 % transportováno do plodu a placenty.

**Obr. 1:** Změny tělesné hmotnosti ženy během těhotenství a výška děložního fundu v jednotlivých měsících těhotenství



([www.porodnici.cz](http://www.porodnici.cz), 2006 -2007)

Stálé energetické požadavky nejsou specifické pro skupiny populací a vysoká proměnlivost je viděna na poměrech těhotenského váhového přírůstku a energetickém výdeji i na energetických požadavcích mezi ženami. Ženy s malou výškou, zvláště z rozvojových zemí s neadekvátním zdravotním systémem péče, jsou v riziku nízké porodní váhy (LBW), malé pro těhotenský věk (SGA) a předčasný porod rovněž s porodnickými komplikace během porodu. Malá výška, která může být doprovázena plicní restrikcí, byla spojena se zvýšeným rizikem císařského porodu, předčasným SGA a perinatální smrtí. Zlepšení mateřské stravy během těhotenství bylo ohodnoceno u guatemalských žen. Zvýšení růstu



plodu (+100 g) pozorované u guatemalským žen, které zlepšily stravu během těhotenství, je spojeno se zvýšeným rizikem císařského porodu (8/1000 případů), ale snížením rizika perinatálního distresu (34/1000 případů). V 1990 IOM doporučili poměry váhového přírůstku pro ženy s nízkým (BMI <19,8), normálním (19,8 - 26,0) a vysokým (>26,0 - 29,0) pregravidním BMI. Doporučené poměry byly ponechány z dat 1980 US National Natality Survey a založeny na pozorování váhových přírůstků žen, které porodily v termínu (39. – 41. týden) s normální váhou (3 - 4 kg) dětí bez komplikací. Shrnutím studií se ukázalo, že váhový přírůstek z IOM doporučených poměrů byl spojen s nejlepším výdejem pro matky a děti. Doporučené poměry váhového přírůstku pro ženy s nízkým (12,5 - 18 kg) a normálním (11,5 - 16,0 kg) pregravidním BMI jsou nepatrně vyšší než poměry pozorované v WHO Collaborative Study ( Butte N. F., King J. C., 2005). Optimální pregravidní BMI je 20-25. Ženy, které mají pregravidní BMI < 20, mají vyšší riziko výskytu nízké porodní váhy novorozenců. Celkový přírůstek hmotnosti během těhotenství by měl dosáhnout v průměru 13 kg, porodem dojde ke snížení hmotnosti o 5 kg a během týdne o dalších 2 -3 kg. Přírůstek hmotnosti je v období porodu tvořen ze 62 % vodou, z 30 % tukem a z 8 % bílkovinami (**tabulka 6**), ([www.levret.cz](http://www.levret.cz)). Hytten a Leich udělali odhad energetického výdeje z přírůstku těhotenské váhy, že  $\approx 3$  z 12,5 kg doporučeného váhového přírůstku se skládalo z tuku, který zůstal v mateřském těle. Studie Butte et al měřily energetický výdej těhotenství u žen klasifikovaných do BMI skupin definovaných IOM před těhotenstvím. Studie ukázala, že váhový přírůstek nad IOM doporučení vede u žen k ukládání tuku a že takový váhový přírůstek je nežádoucí (Forsum E., 2004).

**Tabulka 6:** Doporučený přírůstek hmotnosti těhotných žen

BMI	Přírůstek váhy (kg)
< 19,8	12,5 – 18,0
19,8 - 26,0	11,5 - 16, 0
26,0 - 29,0	7,0 - 11,5
> 29,0	Nejméně 7,0
dvojčata	16,0 - 20,5
trojčata	16,0 - 23,0

([www.levret.cz](http://www.levret.cz)).

Incidence hypertenze, těhotenského diabetu, císařského porodu byly vyšší u žen s nadváhou a obézních žen, ve srovnání s ženami s BMI mezi 18,5 a 24,9. Průměrný

mateřský váhový přírůstek indických žen byl 6,5 - 7,0 kg ([www.fao.org/doc.](http://www.fao.org/doc/), 1981). U egyptských žen byl těhotenský váhový přírůstek  $7.8 \pm 3.5$  kg, pro keňské ženy  $6.4 \pm 3.4$  kg a mexické ženy  $7.7 \pm 3.8$  kg ([www.unu.edu](http://www.unu.edu), 2007 ). Lineární vztah mezi těhotenským váhovým přírůstkem a porodní váhou je ovlivnitelný mateřským pregravidním BMI tak, že ženy s nižším BMI musí získat větší porodní váhy ve srovnání s ženami s normálním BMI, ne pouze mít děti s vyšší porodní váhou, ale můžou mít nižší těhotenský váhový přírůstek (Butte N. F., King J. C., 2005).

## 6. Bazální metabolický výdej (BMR)

Definice: Bazální metabolický výdej je množství energie, které je potřebné k udržení fyziologické rovnováhy u osoby ležící v klidu (kcal/den), ([www.datadictionaryadmin.scot.nhs.uk](http://www.datadictionaryadmin.scot.nhs.uk), 2007 ).

Lidské těhotenství je spojeno se zvýšenými požadavky energie stravy, energetického výdeje, který zvyšuje bazální metabolický výdej (BMR). Zvýšení BMR je způsobeno zvýšenou kyslíkovou spotřebou, zvýšenou prací respektující mateřský obvod, zvýšením dýchacích a renálních funkcí a zvýšenou hmotou tkáně. Za proměnlivost odpovědi BMR k těhotenství může být odpovědné např. zvýšení srdeční práce na konci prvního trimestru  $\approx$  40% zvýšení kyslíkové spotřeby o 25% ke konci druhého trimestru, také koncentrace tyroidních hormonů séra (Lof M., Olausson H., Bostrom K., Janerot-Sjöberg B., Sohlstrom A., Forsum E., 2005). Zvýšení bazálního metabolického výdeje je jednou z hlavních složek energetického výdeje těhotenství. Změny BMR během těhotenství, které jsou vztažené k pregravidním hodnotám nebo časnému těhotenství (10.-18. týden) jsou přítomné v **tabulce 7**. V tabulce 7 jsou ukázány široké proměnné kumulativních energetických výdeje mezi populacemi; z + 50167,22 kcal švédských žen k -10750,12 kcal u nesuplementovaných gambijských žen. Také kumulativní výdeje při vstupu do těhotenství ukázaly široké variace mezi populacemi žen. Kumulativní zvýšení BMR jednoznačně koreluje s celkovým váhovým přírůstkem ( $r = 0,79$ ;  $P < 0,001$ ) a pregravidními procenty tukové hmoty ( $r = 0,72$ ;  $P < 0,001$ ). Pro těhotenský váhový přírůstek 12,5 kg by bylo kumulativní zvýšení BMR 38222,65 kcal, které je shodné s odhadem 35833,73 kcal převzatými z literatury = změny hodnot spotřeby kyslíku individuálních orgánů a procesů. U zdravých, dobře živěných žen je kumulativní zvýšený BMR od 29622,55 kcal do 50167,22 kcal s průměrným zvýšením okolo 37505,97 kcal při vstupu do těhotenství. Průměrné zvýšení BMR bylo 4,5%, 10,8% a 24,0 % pro první, druhý

a třetí trimestr ( Butte N. F., King J. C., 2005). Bazální metabolické výdeje jsou jednoznačně vyšší u obézních žen (King J.C., 2006). Studie u chronicky podvyživených žen ukazují, že BMR ubývá během první poloviny těhotenství, ale zvýší se ke konci těhotenství na 95,56 kcal/den. Studie u dobře živených žen ukazují, že BMR se postupně zvýší během těhotenství, dosáhne hodnot 286,78 – 580,51 kcal/den vyšších, než jsou pregravidní hodnoty ke konci těhotenství (Kopp-Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999).

**Tabulka 7:** Kumulativní zvýšení v základním metabolickém výdeji (BMR) u těhotných žen z rozvojových a rozvíjejících se zemí

Reference	země	n	Váhový přírůstek (kg)	Pregravidní	BMR (kcal/den)			Kumulativní zvýšení BMR(kcal)**	% změny BMR z pregravidních hodnot		
					1. TT	2. TT	3. TT		1.TT	2.TT	3.TT
<b>Rozvinuté země</b>											
Durmin, 1987	Skotsko	88	12,4	6	1505,0	1552,8	1743,9	30100,3	5	8	22
Van Raaij, 1987	Nizozemí	57	11,6					34400,4			
Forsum, 1988	Švédsko	22	13,4	5,6		1433,4	1696,1	50167,2		7	27
Goldberg, 1993	Anglie	12	13,7	6	1505,0	1528,9	1720,0	29622,6	5	7	20
Spaij, 1993	Nizozemí	26	13,7	5,4	1361,7	1481,1	1576,7	45150,5	6	15	22
De Groot, 1994	Nizozemí	12	11,6	5,8	1505,0	1552,8	1720,0		9	12	24
Kopp-Hoolihan,1999	USA	10	13,2	5,5	1290,0	1528,9	1696,1	36072,6	-2	16	29
průměr		32	12,8	5,7	1433,3	1505,0	1696,1	37506,0	5	11	24
<b>Rozvojové země</b>											
Lawrence, 1987	Gambie	21	7,2					-10750,1			
Lawrence, 1987	Gambie	29	9,2					955,6			
Thongprasert, 1987	Thajsko	25	9,6					23889,2			
Tuazon, 1987	Filipíny	40	10,3		1194,5	1266,1	1385,6	21261,3			
Poppit, 1993	Gambie	21	8,7	5,2	1218,3	1266,1	1337,8	6450,1	-2	2	8
průměr		27	9,0	5,2	1218,3	1266,1	1361,7	8361,2	-2	2	8

\*Váhový přírůstek byl extrapolován v 40. týdnu těhotenství, odhadující, že průměrný váhový přírůstek během prvních 10-ti týdnů těhotenství je 0,65 a že váhové zvýšení je 0,40 kg za týden směrem k porodu. \*\*Vypočítané jako kumulativní zvýšení BMR během těhotenství užitím pregravidních nebo časných těhotenských hodnot jako základ. TT trimestr.

Před otěhotněním a během těhotenských týdnů 8, 14, 20, 32 a 35 byla udělána studie 39 zdravých švédských žen. Průměrný BMR se nelišil v těhotenském týdnu 8, 14 a 20 od hodnot před porodem. BMR se nezvýšil jednoznačně z pregravidní hodnoty k hodnotě v těhotenském týdnu 32. (341,6 kcal/den) a těhotenském týdnu 35. (418,1 kcal/den), (tabulka 8).

**Tabulka 8:** Studie proměnných u žen před těhotenstvím a v těhotenském týdnu 14 a 32<sup>1</sup>

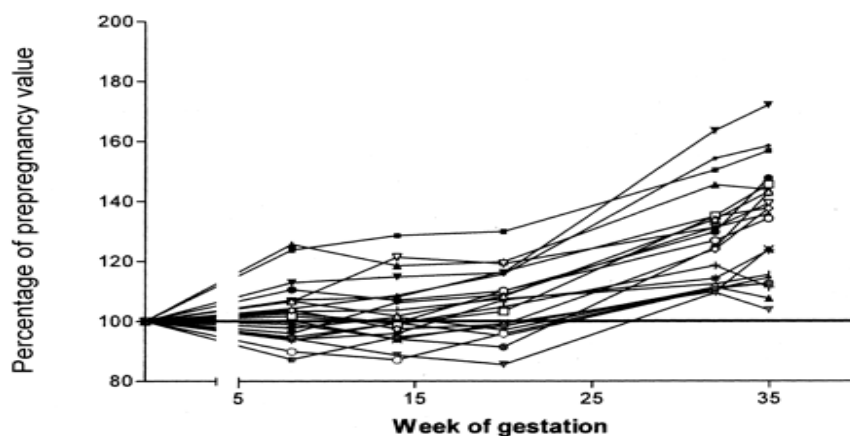
	Před těhotenstvím	Těhotenský týden				
		8	14	20	32	35
<b>BMR</b>	1297,2±	1323,5±	1330,6±	1371,2±	1638,8±	1715,2±
<b>(kcal/den)</b>	157,7	157,7	152,9	162,4	236,5 <sup>2</sup>	281,9 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Všechny hodnoty jsou  $\bar{x} \pm SD$ . Bazální metabolický výdej (BMR) v těhotenských týdnech 8, 20 a 35 (n = 22).

Kumulativní zvýšení BMR (n = 22) bylo 3822,3 ± 2967,6 kcal (poměr: -16483,5 až 29144,8 kcal) pro první polovinu těhotenství, 42283,8 ± 6277,6 kcal (poměr: 2150,0 až 104395,6 kcal) pro druhou polovinu těhotenství a 46106,1 ± 37267,1 kcal (poměr: -14333,5 až 125418,1 kcal) při vstupu do těhotenství.

Zvýšení BMR během těhotenství se lišilo značně mezi ženami při všech měřeních. U některých žen se snižoval BMR přibližně do 20. týdne těhotenství. (graf 1)

**Graf 1:** Bazální metabolický výdej jednotlivých žen ( n = 22) ve studii v těhotenských týdnech 8, 14, 20, 32 a 35 vyjádřené jako procenta pregravidní hodnoty. Každý symbol representuje 1 ženu



(Lof M., Olausson H., Bostrom K., Janerot-Sjöberg B., Sohlstrom A., Forsum E., 2005).

Jiné studie ukázaly, že bazální metabolický výdej se snížil během druhého a třetího trimestru těhotenství a snížila se taky fyzická aktivita ( Ramachandran P., 2002). Také studie kolumbijských žen se zabývala otázkou bazálního metabolického výdeje (BMR), který byl měřen nepřímou kalorimetrií **tabulka 9**.

**Tabulka 9:** Závislost BMR na týdnech těhotenství

Proměnná a stav	<b>6,7.–18,8.</b> týden těhotenství	<b>19,0.–29,8</b> týden těhotenství	<b>30,4.–39,4.</b> týden těhotenství
<b>BMR</b> (kcal/den) <sup>4</sup>			
Těhotné	1273,3 ± 0.21 <sup>5</sup>	1325,8 ± 0.18 <sup>6</sup>	1414,2 ± 0.19 <sup>7</sup>
NPNL	1256,6 ± 0.18	1227,9 ± 0.20	1256,6 ± 0.20

<sup>1</sup>  $\bar{x} \pm SD$ . n = 40, 54, a 46 těhotných žen a 114, 103 a 93 netěhotných nekojících (NPNL) žen v týdnech těhotenství. <sup>4</sup>Jednoznačný efekt času: <sup>4</sup>P = 0.004; jednoznačný efekt skupiny: <sup>4</sup>P < 0.001. <sup>5</sup>jednoznačně odlišný od 30,4 – 39,4 týdne těhotenství: <sup>5</sup>P = 0.003. <sup>6,7</sup>jednoznačně odlišnost od NPNL: <sup>6</sup>P = 0.003, <sup>7</sup>P < 0.001 ( Dufour D. L., Reina J. C., Spurr G.B., 1999).

Bazální metabolický výdej měřený otevřenou obvodovou nepřímou kalorimetrií u 16 žen a vyjádřený jako kcal/min byl o 13% větší ( $p < 0,05$ ) u 6 časně těhotných žen ( 10. – 20. týden těhotenství) ve srovnání s 6 netěhotnými ženami a byl o 28% větší ( $p < 0,05$ ) u 4 žen pozdního těhotenství ( 30. – 40. týden těhotenství), (Nagy L.E., King J.C., 1983 ).

## 7. Klidový metabolický výdej (RMR)

Hodnota klidového metabolického výdeje je 36 000 kcal/těhotenství. Odpočinkový energetický metabolismus se zvýšil u všech studovaných skupin žen, ale zvýšené přírůstky se velmi lišily mezi skupinami žen. Např. největší čistá změna odpočinkového metabolismus byla viděna u švédských žen (46 500 kcal), naopak u nesuplementovaných žen z Gambie byla změna pouze (1 000 kcal), ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com), 1992).

### 7.1. Klidový metabolický výdej u dospělých těhotných žen

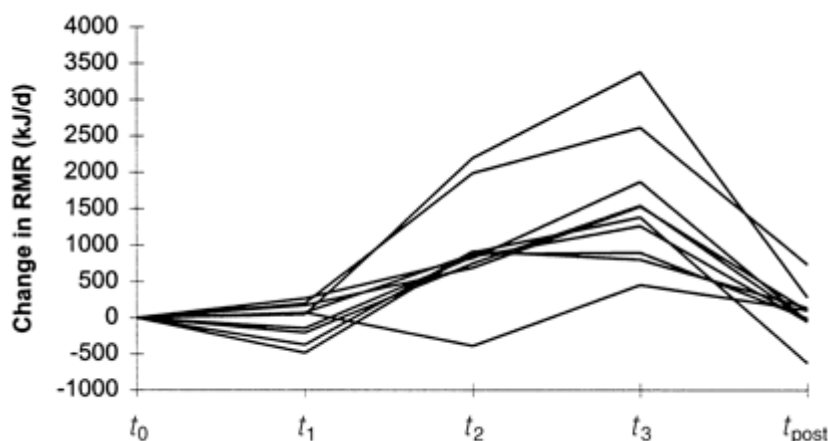
Průměrné zvýšení RMR v 34. – 36. týden těhotenství bylo 377,0 kcal/den $\pm$  876 kJ/den nebo 29% nad průměrnou pregravidní hodnotu (**tabulka 10**). Je značná variance změn RMR přes celé těhotenství mezi 10 ženami v **grafu 2**. V 4. – 6. týdnu po porodu nebyl RMR jednoznačně odlišný od pregravidních hodnot.

**Tabulka 10:** Absolutní hodnoty RMR během těhotenství

	$t_0$ pregravidní hodnota	$t_1$ 8.–10. týden těhotenství	$t_2$ 24.–26. týden těhotenství	$t_3$ 34.–36. týden těhotenství	$t_{\text{post}}$ 4.–6. týden po porodu	Procenta změny ( $t_3$ - $t_1$ ) %
<b>RMR</b>	1313 $\pm$	1304 $\pm$	1543 $\pm$	1690 $\pm$	1329 $\pm$	29
<b>(kcal/den)</b>	215,7	207,1	195,4	229,3	170,8	

<sup>1</sup>  $\bar{x} \pm \text{SD}$ . RMR, klidový metabolický výdej

**Graf 2:** Individuální změny pregravidního klidového metabolického výdeje (RMR) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu u 10 žen



(Kopp-Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999).

U kolumbijských žen byl RMR získán opakovaným měřením zvýšené spotřeby kyslíku v poměrech minima (odlišnost  $\leq 30$  mL/min) RMR byl vypočítán jako průměr ze získaných hodnot v třech klidových pozicích (ulehnutí, sezení a stání), (**tabulka 11**).

**Tabulka 11:** Závislost RMR na týdnech těhotenství<sup>1</sup>

Proměnná a stav	6,7. – 18,8. týden těhotenství	19,0 – 29,8 týden těhotenství	30,4. – 39,4. týden těhotenství
<b>RMR (kcal/den)</b>			
Těhotné	1555,2 ± 0,31	1622,1 ± 0,36	1710,5 ± 0,23
NPNL	1631,6 ± 0,21	1653,1 ± 0,51	1696,1 ± 0,64

<sup>1</sup>  $\bar{x} \pm \text{SD}$ .  $n = 40, 54$ , a  $46$  těhotných žen a  $114, 103$  a  $93$  netěhotných nekojících (NPNL) žen (Dufour D. L., Reina J. C., Spurr G.B., 1999).

Studie gambijských žen dokazují, že stav mateřské stravy má vliv na úroveň změny odpočinkového metabolismu během těhotenství. U nesuplementovaných žen, které měly pouze  $1500$  kcal/den, byl RMR nižší v druhém a třetím trimestru než u žen, které dostaly



doplňky stravy a spotřebovaly okolo 1950 kcal/den. Ženy s doplňky stravy požadovaly dalších 13 000 kcal na odpočinkový metabolismus; nesuplementované ženy potřebovaly pouze 1 000 kcal **tabulka 12** ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com)).

Klidový metabolický výdej během těhotenství se zvýšil u 6 časně těhotných žen ( 10. – 20. týden těhotenství) z hodnoty 1,01 kcal/min v 15. – 25. týdnu na 1,15 kcal/min v 35. – 40. týdnu ( Nagy L.E., King J.C., 1983).

**Tabulka 12:** Energetické výdeje těhotných žen při odpočinku

		Klidový metabolický výdej (RMR) žen (kcal/min)				
		Těhotenství trimestry				Celkový přírůstek v RMR (kcal)
Reference	Populace <sup>a</sup>	Netěhotné (kcal/min)	1. TT	2. TT	3. TT	
<b>Teoretické</b>						
Hytten and Chamberlain, 1980 <sup>b</sup>		1,07	+ 0,103	+ 0,103	+ 0,16	36 000
<b>Rozvinuté země</b>						
Forsum et al., 1985 <sup>c</sup>	Švédsko (n = 19)	0,93	0,97	1,13	1,22	46 500
Durnin et al., 1985 <sup>d</sup>	Glasgow, Skotsko (n = 67)	0,94	0,91	0,95	1,01	7 000
Nagy and King, 1983 <sup>e</sup>	USA	0,86		1,01	1,15	
Blackburn and Calloway, 1976 <sup>f</sup>	USA	0,79		0,96	1,10	
<b>Rozvojové země</b>						
Lawrence et al., 1984 <sup>g</sup>	Gambie nesuplemento vané ženy (n = 10)	0,97	0,94	0,94	1,05	1 000
	Suplementov ané ženy (n = 12)	0,94	0,94	0,97	1,10	13 000

<sup>a</sup> n ukazatele počtu studovaných žen. TT trimestr. <sup>b</sup> první, druhý a třetí trimestr změny v RMR byly odvozeny z dat kyslíkové spotřeby. <sup>c</sup> RMR data vypočítaná z postav. <sup>d</sup> hodnoty representované daty bazálního metabolického výdeje (BMR) a ne daty RMR. BMR data jsou všeobecně o 10% nižší než RMR data. <sup>e</sup> netěhotné (n = 6), data byla odvozena od odlišných žen populace. Populace těhotných žen byla studována v 15. – 25. a

35. – 40. týdnu (n = 5).<sup>f</sup> hodnoty přítomných BMR dat, ne RMR data. Pregravidní data jsou reálná poporodní měření kojících a nekojících žen (n = 16). Tyto hodnoty byly porovnány, byly pozorovány nejednoznačné odlišnosti. 11 a 6 žen bylo studováno v 20. – 28. a 37. – 40. týdnu.<sup>g</sup> studovali gambijské ženy, 12 dostalo denní suplementaci jídla a 10 nedostalo suplementy odráží množství váhového přírůstku rovněž změnu klidového metabolismu (www.unu.edu ).

## 7.2. Klidový metabolický výdej u mladistvých těhotných žen

Dramatické změny růstu a rozvoje těla doprovází těhotenství mladistvých, kdy dochází až k 20% celkovému růstu výšky ženy. Riziko určitých nepříznivých plodových a mateřských výdejů je větší pro mladistvé ženy < 18 let, které byly ve větším riziku předčasného porodu s nízkou porodní váhou a malým těhotenským věkem dětí než starší ženy ( Butte N. F., King J. C., 2005).

Ve studii 60 těhotných mexických mladistvých žen (PA) v pozdním těhotenství a 60 netěhotných mladistvých žen (NPA) jako kontrolní skupina byl sledován klidový metabolický výdej (REE) během těhotenství. Těhotné ženy měly ≤ 17 let. PA získaly 10,10 ± 4.6 (průměr: 5 - 23) kg mezi 20. a 36. týdnem těhotenství. Množství získané váhy bylo vztaženo k týdnu těhotenství a pregravidnímu BMI (F = 55.93; P < 0.001). NPA získaly 0.46 ± 0.10 kg a jejich BMI se nezměnilo během studie. Žádná z PA nezvýšila svoji výšku. Průměrný přírůstek REE mezi 20. až 36. týdnem těhotenství byl 230 ± 30 kcal/den (962 ± 126 KJ/den); čisté změny v 25., 50. a 75. percentile byly 94, 174 a 333 kcal/den (393, 728, a 1393 KJ/den). REE se zvyšoval mezi 20. a 36. týdnem těhotenství (P = 0.062). Rozřazením mladistvých na < 14 let (n = 13) a těch ≥ 14 let (n = 38) nenastaly odlišnosti v REE v 20., 24., nebo 28. týdnu těhotenství. V 32. týdnu těhotenství byl REE u obou skupin různý a v 36. týdnu těhotenství byl REE PA >14 let byl ~ 10% vyšší než u mladších mladistvých (P = 0.001). REE mladistvých ≤ 14 let se zvýšil o 7% během poslední třetiny těhotenství, poněvadž REE se relativně zvýšil o 25 % u mladistvých ≥ 14 let nad základní hodnotu (P = 0.164). Ačkoliv nebyla jednoznačná odlišnost v celkovém REE (kcal/den) mezi mladistvými ≤ 14 let a těmi > 14 let (**tabulka 13**), věk neovlivňoval změny REE (kg . den).

**Tabulka 13:** Váha a klidový energetický výdej mladistvých těhotných podle věku a pregravidní BMI<sup>1</sup>

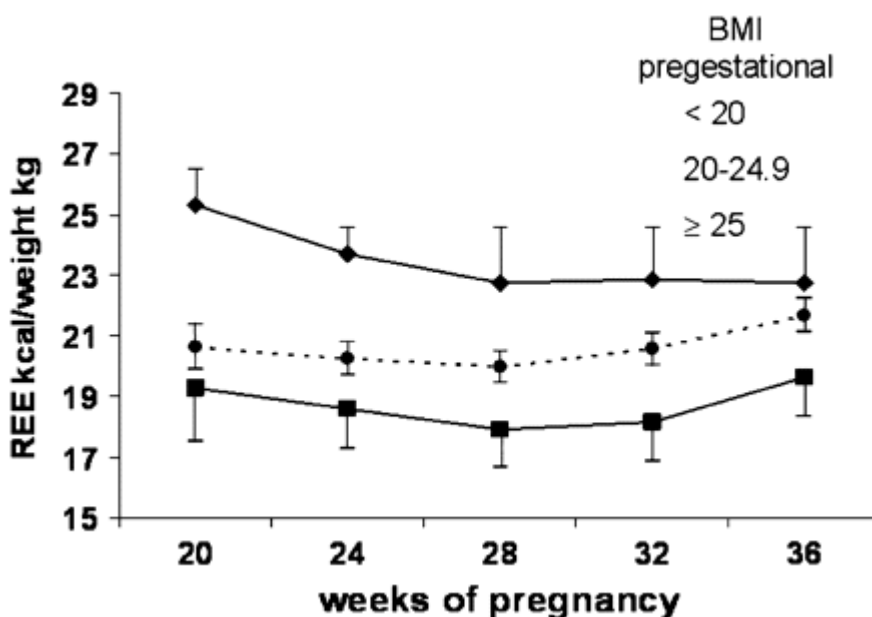
Nezávislá proměnná	Těhotenský věk, (týdny)						F	P <sup>2</sup>
	n	20	24	28	32	36	Těhot. věk	Pod-skupina
<b>Váha, (kg)</b>								
<b>a</b>								
<b>Věk (rok)</b>								
≤14	13	53.9±7.9 <sup>2</sup>	58.1±8.5	60.3±8.0	62.4±8.0	64.4±8.1	-	-
>14	38	55.0±9.8	58.9±9.3	61.2±9.5	62.8±9.6	64.9±9.4	5.04; 0.001	1.66; 0.203
<b>Pregravidní BMI</b>								
<20	13	46.7±5.6	51.3±5.8	53.6±6.0	55.4±6.7	57.8±6.5	-	-
20 – 24,9	32	54.8±6.4	58.3±5.8	60.6±5.8	62.3±5.9	64.4±6.0	-	-
≥25	6	71.7±4.5	76.5±2.3	78.8±2.3	80.3±2.6	82.0±3.4	4.83; 0.001	4.83; 0.001
<b>Celkem</b>	51	54.7±9.3	58.7±9.0	60.9±9.1	62.7±9.2	64.8±9.1	4.68; 0.001	-
<b>REE, (kcal/den)</b>								
<b>a</b>								
<b>Věk, (rok)</b>								
≤14	13	1205,9 ± 214,8	1205,9 ± 212,9	1203,1 ± 196,8	1232,9 ± 174,9	1291,9 ± 176,8	-	-
>14	38	1140,0 ± 179,9	1210,0 ± 163,9	1240,1 ± 180,8	1307,9 ± 186,8	1420,9 ± 187,8	1.65; 0.164 <sup>3</sup>	0.02; 0.966
<b>Pregravidní BMI</b>								
<20	13	1175,8 ± 59,0	1211,9 ± 135,9	1270 ± 150,7	1270 ± 159,8	1324,9 ± 169,9		
20 -24,9	32	1121,1 ± 189,9	1177,0 ± 179,9	1208,1 ± 191,8	1276,9 ± 185,9	1315,1 ± 195,9	-	-
≥25	6	1314,9 ± 186,8	1372,9 ± 149,8	1378,9 ± 157,0	1394,9 ± 229,8	1527,7 ± 166,7	3.503; 0.009	5.19; 0.010
<b>Celkem</b>	51	1158,1 ± 189,9	1209,0 ± 175,8	1231,0 ± 183,7	1288,8 ± 185,9	1387,7 ± 191,8	2.28; 0.062	-

<sup>1</sup>hodnoty jsou prostředkem ± SD. <sup>2</sup> opakovaná měření ANOVA, přizpůsobená výšce. <sup>3</sup>

těhotenský věk-chronologické věkové interakce,  $F = 2.35$ ;  $P = 0.05$ .

Čisté zvýšení REE bylo vyšší u mladistvých žen s pregravidním BMI nad 25 [ 213 kcal/den (891kJ/den) ] než u mladistvých žen s BMI pod 20 [ 150 kcal/den (627kJ/den)]. REE vyjádřený jako kcal/(kg. den) se zvýšil během těhotenství a byl ovlivněn pregravidním BMI (těhotenský věk. BMI,  $F = 2.06$ ;  $P = 0.041$ ). Odlišnosti mezi rozřazenými ženami do BMI skupin byly jednoznačné ( $F = 7.086$ ;  $P = 0.002$ ). U štíhlých žen s BMI < 20 se REE snížil mezi 20. a 28. týdnem těhotenství a nezměnil se po 28. týdnu těhotenství, ačkoliv zůstal vyšší než u žen s vyšším BMI ( $P = 0.01$ ). Normální (BMI 20 - 25) nebo nadváhy (BMI  $\geq 25$ ) žen REE kcal/(kg.den) se zvýšil mezi 32. a 36. týdnem těhotenství. Poměr REE/kg u mladistvých se nezvýšil, pouze se mírně zlepšil ke konci těhotenství, kdy poměry růstu plodu jsou normálně ve vrcholu (**graf 3**).

**Graf 3:** REE/kg váhy těla během těhotenství u mladistvých podle pregravidního BMI



■ < 20 BMI; • BMI 20 – 24,9; ♦  $\geq 25$  BMI. Hodnoty jsou prostředky  $\pm$  SE,  $n = 51$ . ANOVA test pro opakovaná měření: přes těhotenství: REE\* BMI:  $F = 2.06$ ;  $P = 0.04$ ; mezi ženami: BMI kategorie:  $F = 7.086$ ;  $P = 0.002$ . 1 kcal = 4.18 kJ. ( Casanueva E., Roselló-Soberón M. E., De-Regil L. M., Argüelles M. C., Céspedes M. I., 2006).

## 8. Stravou indukovaná termogeneze (DIT)

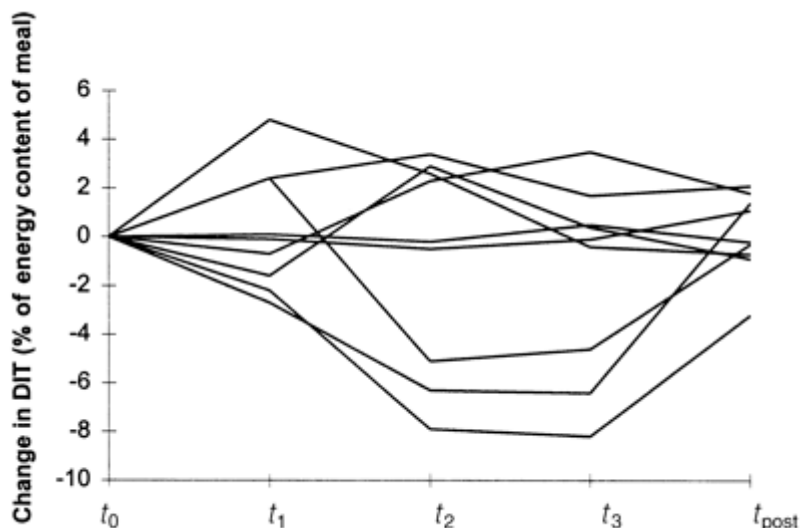
Jedna dlouhodobá studie zjistila evidenci energeticky - šetřící adaptace obnášející ušetření 5972,3 – 11944,6 kcal během těhotenství. Studie u podvyživených těhotných žen neoznámily změnu energie v DIT. DIT byla měřena u žen, které snědly 748,9 kcal při snídani (75 % karbohydrátů, 10% proteinů a 15% tuku). Studie v San Francisco Bay Area se účastnilo 16 zdravých, nekouřících žen. Průměrný ( $\pm$ SD) váhový přírůstek v 36. týdnu těhotenství byl  $11.6 \pm 4.3$  kg. DIT byla vyjádřena ve vztahu k testování velikosti jídla ( $\% \text{DIT}_{\text{TM}} = [\text{DIT}/\text{testovaná velikost jídla (kJ)} \times 100]$ ). Průměrná odpověď DIT po snídani byla 7.2% energetického obsahu jídla z pregravidní hodnoty; toto snížení na 5.7 % v 34. – 36. týden těhotenství **tabulka 14**. Byla značná interindividuální variace v odpovědi (**graf 4**). Po porodu byla každá odpověď DIT ženy podobná k pregravidní hodnotě.

**Tabulka 14:** Absolutní hodnoty DIT během těhotenství

	$t_0$ pregravidní hodnota	$t_1$ 8.–10. týden těhotenství	$t_2$ 24.–26. týden těhotenství	$t_3$ 34.–36. týden těhotenství	$t_{\text{pos}}$ 4.–6. týden po porodu	<b>Procenta změny (<math>t_3-t_1</math>) %</b>
<b>DIT (% z energie v jídle)</b>	$7.2 \pm 2.9$	$7.5 \pm 2.9$	$6.3 \pm 2.2$	$5.7 \pm 2.3$	$7.4 \pm 2.6$	21

DIT, stravou indukována termogeneze.

**Graf 4:** Individuální změny z pregravidní hodnoty u stravou indukované termogeneze (DIT) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu



(Kopp-Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999).

## 9. Celkový energetický výdej těhotenství (TEE)

Celkový energetický výdej těhotenství může být rozdělen do 3 částí: na povinnou potřebu energie uloženou v plodové tkáni, mateřské tukové zásoby a navíc energetické potřeby pro bazální metabolismus při syntéze nové tkáně. Odhadnuté energetické požadavky během celého těhotenství, extra energie u těhotných žen je  $\approx 80028,7$  kcal. Pouze  $\approx 15\%$  z tohoto odhadnutého výdeje je přičítáno energetickému uložení v tkáních plodu a v produktech koncepcie; zbylá energie je potřebná pro zvýšený metabolický výdej ( $\approx 35833,7$  kcal) a energie uložené matkou jako tuk ( $\approx 31055,9$  kcal), (Kopp-Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999). Během těhotenství všeobecně vzrůstá energetický výdej, protože dochází k zvýšení mateřské a plodové váhy (Butte N. F. a King J. C., 2005). Celkový energetický výdej se měří dýchací kalorimetrií nebo metodou dvojitě značené vody.

### Měření energetického výdeje metodou dýchací kalorimetrie

Dýchací kalorimetrie je metoda, která odráží oxidativní příspěvky mateřských a plodových

složek během těhotenství. Dýchací koeficienty se zvýší v těhotenství, ukazuje se vyšší poměr čisté utilizace karbohydrátů (Butte N. F., Hopkinson J. M., Mehta N., Moon J. K., Smith E. O.B., 1999). U dobře živých žen a okrajově živých žen během těhotenství byla vykonána celopokojová dýchací kalorimetrie (**Tabulka 15**). Tyto krátkodobé 24-h studie mohou ukázat změny energetického výdeje za standardních podmínek, ale nezahrnují přídavek volně vykonané fyzické aktivity. 24-h EE se zvýšil podobně ve všech studiích průměrně z 1.4 na 20% z pregravidní hodnoty v prvním, druhém a třetím trimestru. BMR se zvýšil z 5, 10 na 25% přes trimestry těhotenství. Přírůstky EE během 24-h byly větší a byly způsobené zvýšením BMR.



**Tabulka 15:** 24-h energetický výdej měřený pokojovou kalorimetrií u dobře živěných žen během těhotenství

reference	země	n	Měřicí období (týdny těhotenství)	Váha (kg)	Výška (m)	BMI	TEE (kcal/den)	BMR (kcal/den)	AEE (kcal/den)	PAL	Váha/ NPváha	TEE/ NPTEE	BMR/ NPBMR	AEE/ MPAEE	TEE (kcal/kg za den)	BMR (kcal/Kg za den)	AEE (kcal/kg za den)
Heine, 1992	Gambie	41	NP	51,3	1,59	20,3	1665,1								32,5		
			12	53,5	1,60	20,9	1693,7				1,04	243,7			31,8		
			24	54,5	1,60	21,3	1717,6				1,06	246,1			31,5		
			36	63,1	1,62	24,0	2016,2				1,23	289,1			32,0		
De Groot, 1994	Nizozemí	12	NP	61,4	1,70	21,2	2061,6	1390,3	671,3	353,6					33,7	22,7	10,9
			12	62,1	1,70	21,5	2085,5	1497,8	587,7	332,1	1,01	241,3	257,6	210,2	33,7	24,1	9,6
			23	66,4	1,70	23,0	2169,1	1557,6	611,6	332,1	1,08	250,8	267,5	217,4	32,7	23,4	9,3
			34	72,3	1,70	25,0	2374,6	1727,2	647,4	327,3	1,18	274,7	296,2	229,3	32,7	23,9	8,8
Butte, 1999	USA	67	37	75,2	1,64	28,0	2264,7	1741,5	523,2	310,6					30,1	23,2	6,9
Butte, 2002	USA	34	NP	59,3	1,64	22,0	1758,2	1275,7	437,2	317,7					29,6	22,2	7,4
			9	60,2	1,64	22,4	1770,2	1349,7	420,4	312,9	1,02	241,3	243,7	229,3	29,4	22,5	6,9
			22	65,1	1,64	24,2	1853,8	1411,8	441,9	312,9	1,10	250,8	255,6	241,3	28,4	21,7	6,7
			36	72,2	1,64	26,8	2162,0	1672,2	489,7	308,2	1,22	293,8	301,0	267,6	29,9	23,2	6,7

BMI- body mass index; TEE- celkový energetický výdej; BMR- základní metabolický poměr; AEE- energetický výdej aktivity; PAL- úroveň fyzické aktivity; NP- netěhotné ženy.

U osmi zdravých, dobře živěných žen v 6., 12., 18., 24., 30. a 36. týdnu těhotenství byl zkoumán efekt energií šetřících metabolických adaptací užitím 24-h celotělové kalorimetrie. Došlo k potlačení metabolismu v 24. týdnu těhotenství podporující energií šetřící metabolické adaptace. Poměr BMR je od pregravidního základu do 36. týdne těhotenství + 8,6 % až + 35,4%. Ženy, které podporují energii šetřící metabolické adaptace, jsou štíhlé, změny v metabolismu mohou být odpovědné za počáteční energetický stav (změna BMR v pregravidním tuku těla:  $r = 0,84$ ,  $P < 0,005$ ). Změny v 24-h energetickém výdeji uzavřely, že jsou stejné jako změny BMR ( $r = 0,98$ ,  $P < 0,001$ ). Energetické výdeje dobrovolných aktivit a termogeneze zůstaly konstantní u každé ženy. Těhotenstvím se snížil čistý energetický výdej v závislosti na váze těla (Prentice A.M., Goldberg G.R., Davies H.L., Murgatroyd P.R., Scott W., 1989).

U 41 těhotných gambijských žen v 12. ( $n = 11$ ), 24. ( $n = 15$ ) a 36. ( $n = 15$ ) týdnů těhotenství proběhlo měření 24-h EE. Těhotné ženy byly srovnány s 13 netěhotnými nekojícími ženami = kontrolní skupina. Poměr 24-h EE byl jednoznačně vyšší ( $P < 0,001$ ) v 36. týdnu těhotenství ( $2017,0 \pm 58,1$  kcal/den) než u netěhotných nekojících žen ( $1665,3 \pm 41,1$  kcal/den) nebo v 12. a 24. týdnu ( $1693,3 \pm 53,0$  a  $1717,2 \pm 45,9$  kcal/den, respektive). Nebyla statistická odlišnost v 24-h dýchacím koeficientu mezi těhotnými a netěhotnými ženami. U gambijských žen došlo k postupnému stoupání EE během 24 h, projevilo se to jednoznačně v třetím trimestru a odpovídá váze těla (Heini A., Schutz Y., Jequier E., 1992). Další kalorimetrické studie u gambijských žen zjistily mnohem větší přírůstky BMR a 24-h EE, ukazující ušetřenou energii během těhotenství; odlišné výsledky studií mohou být přisuzovány návrhu studie (dlouhodobé versus zkřížené – výběrové studie), výživovému stavu žen a těhotenskému období (Butte N. F., King J. C. 2005).

Celkový energetický výdej (TEE) nepálských žen byl odhadnut pro 19 netěhotných, nekojících žen (NPNL) a 24 těhotných (P) nebo kojících (L) žen. Byly odlišnosti mezi NPNL, P a L ženami v zimě, ale ne na jaře nebo v monzunovém období, kdy všechny ženy vykonávaly velmi těžkou fyzickou aktivitu. Vysoký TEE je řešením trávení velmi dlouhých hodin úkoly. Fyzický přírůstek byl charakterizován lehkým nebo mírným energetickým výdejem. P a L ženy jednoznačně omezily fyzickou aktivitu během období monzunů a efektivně limitovaly rozsah mechanismů šetření energie a redukci TEE (Panter-Brick C., 1993).

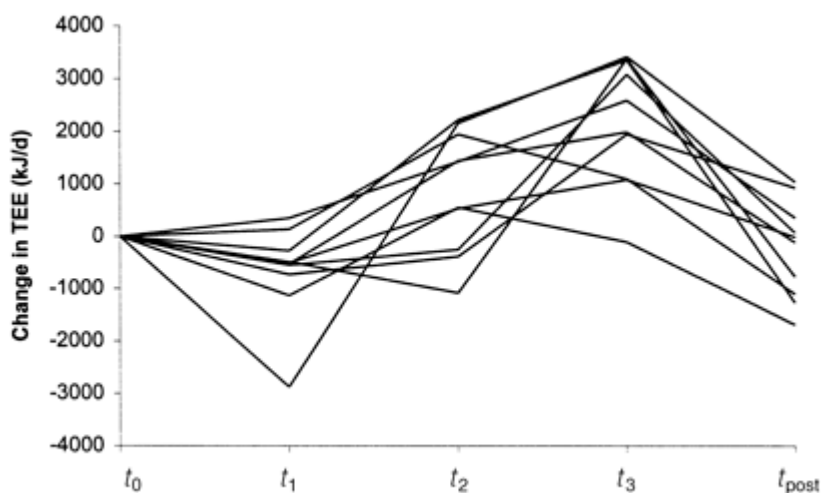
### Měření energetického výdeje metodou dvojitě značené vody

U Deseti žen byl měřen TEE podáním orální dávky dvojitě značené vody. Průměrné zvýšení TEE v 34. – 36. týden těhotenství bylo 522,1 kcal/den, nebo o 24% vyšší než průměrná hodnota z pregravidní hodnoty (**tabulka 16**). Individuální odpovědi TEE během těhotenství se lišily od 25,1 kcal/den k zvýšení 817,2 kcal/den, jak je ukázáno v **grafu 5**. Průměrná hodnota v 4. – 6. týdnu po porodu nebyla jednoznačně odlišná od průměrné pregravidní hodnoty.

**Tabulka 16:** Absolutní hodnoty TEE během těhotenství

	$t_0$ pregravidní hodnoty	$t_1$ 8.–10. týden těhotenství	$t_2$ 24.–26. týden těhotenství	$t_3$ 34.–36. týden těhotenství	$t_{\text{post}}$ 4.–6. týden po porodu	Procenta změny ( $t_3 - t_1$ ) %
<b>TEE</b>	2204,7±	2047,3±	2410,2±	2727,9±	2145,7±	24
<b>kcal/den</b>	126,1	219,1	365,7	306,3	252,5	

**Graf 5:** Individuální změny pregravidních hodnot celkového energetického výdeje (TEE) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu



(Kopp -Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999)

U zdravých švédských žen použili také metodu dvojitě značené vody k odhadu TEE v dlouhodobé studii během těhotenství a kojení. Měření bylo děláno před těhotenstvím (A), v těhotenských týdnech 16-18 (B), 30 (C) a 36 (D) rovněž 2 (F) a 6(G) měsíc po porodu. TEE (kcal/den) a TEE/RMR byl 2508,4 ± 525,6 kcal/den (průměrný ± SD) a 446,7 ± 100,3 kcal/den (n = 28) A, 2293,4 ± 668,9 kcal/den a 394,2 ± 160,1 kcal/den (n = 22) B, 2986,1 ±

812,2 kcal/den a  $434,8 \pm 107,5$  kcal/den (n = 22) C,  $2914,5 \pm 979,5$  kcal/den a  $396,6 \pm 124,2$  kcal/den (n = 19) D,  $2532,3 \pm 477,8$  kcal/den a  $434,8 \pm 97,9$  kcal/den (n = 23) F, a  $2580,0 \pm 645,0$  kcal/den a  $427,6 \pm 100,3$  kcal/den (n = 23) G skupiny. Řešení ukázala, že fyzická aktivita se snižuje během časného těhotenství (Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, Westerterp K, 1992).

V gambijské studii použili metodu dvojitě značené vody ( $2\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) k měření celkového energetického výdeje (TEE) u 10 netěhotných, nekojících žen (NPNL), 6 těhotných žen a 14 kojících žen. Měření byla dělána v období vrcholu energetického stresu, kdy ženy měly hodně zemědělské práce, která vedla k hladovění způsobeném mírně drsnou negativní energetickou rovnováhou. Průměrný TEE  $2489,2$  (SD  $496,9$ ) kcal/den, ekvivalent klidového metabolického poměru (RMR) je  $465,8$  (SD  $90,8$ ) kcal/den (Singh J, Prentice AM, Diaz E, Coward WA, Ashford J, Sawyer M, Whitehead RG., 1989).

Celkový energetický výdej těhotných žen byl měřen dlouhodobě dvojitě značenou vodou u dobře živých žen **tabulka 17**. TEE se zvýšil z 1,6 na 19% a váha těla se zvýšila z 2,8 na 18% ze základu v prvním, druhém a třetím trimestru. Přírůstky TEE ( $23,9$ ,  $95,6$  a  $358,3$  kcal/den v první, druhý a třetí trimestr). Přírůstky byly podobné pozorování 24-h kalorimetrie. BMR se zvýšil z 2,9 na 24% ze základního aktivního energetického výdeje (TEE - BMR) průměrně  $-2,3$  až 6% vztažené k základu. Větší přírůstky BMR, stupeň fyzické aktivity (PAL) se snížil na 0,13 PAL jednotky. Z 1,73 jednotky v časném těhotenství k 1,60 v pozdním těhotenství u dobře živých žen. V **tabulce 18** je celkový energetický výdej měřený během těhotenství u žen z rozvojových zemí (Butte N. F., King J. C., 2005).

**Tabulka 17:** Celkový energetický výdej měřený metodou dvojité značené vody u dobře živěných žen během těhotenství

reference	země	n	Meřicí období (týdny těhotenství)	Váha (kg)	Výška (m)	BMI	TEE (kcal/den)	BMR (kcal/den)	AEE (kcal/den)	PAL	Váha NPváha	TEE/ NPTEE	BMR/ NPBMR	AEE/ NPAEE	TEE (kcal/kg za den)	BMR (kcal/kg za den)	AEE (kcal/kg za den)
Goldberg, 1991	UK	10	NP			21,2	2336,4	1399,9	936,5	398,9							
		10	36				2467,7	1741,5	726,2	339,2			296,2	186,3			
Forsum, 1992	Švédsko	19	NP	60,7	1,66	22,0	2412,8	1337,8	1075,0	430,0					39,7	22,0	17,7
		19	36	72,7	1,66	26,4	2914,4	1743,9	1170,6	398,9	1,20	289,1	310,6	260,4	40,1	23,9	16,0
		22	NP	61,0	1,65	22,4	2484,5	1337,8	1146,7	444,3					40,6	22,0	18,9
		22	17	63,7	1,65	23,4	2293,4	1433,3	860,0	382,2	1,04	219,8	255,6	179,2	36,1	22,5	13,6
		22	30	70,2	1,65	25,8	2986,1	1648,4	1337,8	432,4	1,15	286,7	293,8	279,5	42,5	23,4	19,1
Goldberg, 1993	UK	12	NP	61,7	1,64	22,9	2274,2	1445,3	828,9	375,1					36,8	23,4	13,4
		12	6	62,2	1,64	23,1	2322,0	1502,6	819,4	370,3	1,01	243,7	248,4	236,5	37,3	24,1	13,1
		12	12	63,3	1,64	23,5	2427,1	1488,3	938,8	389,4	1,03	255,6	246,1	269,9	38,2	23,4	14,8
		12	18	65,4	1,64	24,3	2455,8	1493,1	962,7	391,8	1,06	258,0	246,1	277,1	37,5	22,9	14,8
		12	24	68,7	1,64	25,5	2620,6	1579,1	1041,6	396,6	1,11	274,7	260,4	301,0	38,2	23,0	15,1
		12	30	71,7	1,64	26,7	2675,6	1648,4	1027,2	387,0	1,16	281,9	272,3	296,2	37,3	23,0	14,3
		12	36	73,6	1,64	27,4	2687,5	1803,6	883,9	355,9	1,19	281,9	298,6	255,6	36,6	24,6	11,9
Kopp-Hoolihan, 1999	USA	10	NP			23,1	2205,0	1313,9	891,1	401,3							
		10	8-10				2047,3	1304,3	743,0	375,1		222,2	236,5	198,3			
		10	24-26				2410,4	1543,2	867,2	372,7		260,4	281,9	231,7			
		10	34-36				2728,1	1691,4	1039,2	384,6		296,2	308,2	277,1			
Butte, 2002	USA	34	NP	59,3	1,64	22,0	2431,9	1323,5	110,8	439,6					41,1	22,2	18,6
		34	9	60,2	1,64	22,4		1349,7			1,02		243,7		22,5		
		34	22	65,1	1,64	24,2	2517,9	1411,8	1106,1	425,2	1,10	248,4	255,6	238,9	38,7	21,7	17,0
		34	36	72,2	1,64	26,8	2692,3	1672,2	4,27	384,6	1,22	265,2	301,0	219,8	37,3	23,2	14,1

**Tabulka 18:** Celkový energetický výdej měřený během těhotenství u žen z rozvojových zemí

reference	země	n	Měřící období (týdny těhotenství)	Váha (kg)	Výška (m)	BMI	TEE (kcal/den)	BMR (kcal/den)	AEE (kcal/den)	PAL	Váha/ NPváha	TEE/ NPTEE	BMR/ NPBMR	AEE/ NPAEE	TEE (kcal/kg za den)	BMR (kcal/kg za den)	AEE (kcal/kg za den)
Metoda dvojitě značené vody																	
Singh, 1989	Gambie	6	NP	50,0	1,58	20,0	2071,2	1196,8	874,3	413,3					41,3	23,9	17,4
		6	20	59,5	1,66	21,6	2580,0	1426,2	1153,8	432,4	1,19	298,6	284,3	315,3	43,5	23,9	19,4
Heini, 1991	Gambie	7	NP	50,3	1,59	20,0	2307,7	1261,3	1046,3	437,2					45,9	25,1	20,8
		8	12	53,5	1,60	20,9	2520,3	1345,0	1175,3	446,7	1,06	260,4	255,6	267,6	47,1	25,1	22,0
		8	24	54,7	1,60	21,4	2159,6	1311,5	848,1	394,0	1,09	224,6	248,4	193,5	39,4	23,9	15,5
		9	36	65,0	1,63	24,4	2276,7	1631,6	645,0	334,4	1,29	236,5	308,2	148,1	35,1	25,1	10,0
Aktivity denní/metoda srdečního poměru																	
Lawrence, 1988	Gambie	32	<9			20,0	2388,9										
			28-40				2221,7										
Panter-Brick, 1993	Nepal	19	a-NP	45,9	1,56	20,4	2176,3	1230,3	946,0	422,8					47,3	26,8	20,5
			b-NP	47,0	1,50	20,9	2353,8	1247,0	1108,5	451,5					50,2	26,5	23,7
			c-NP	46,8	1,50	20,8	2489,2	1244,6	1244,6	477,8					53,3	26,5	26,5
			d-NP	46,7	1,50	20,8	2503,6	1244,6	1259,0	480,2					53,5	26,8	27,0
		24	a-3 trimestr	53,6	1,50	23,8	1963,7	1275,7	688,0	367,9	1,17	215,0	248,4	174,4	36,6	23,9	12,9
			b-3 trimestr	53,6	1,50	23,8	2231,2	1297,2	934,1	410,9	1,14	226,9	248,4	200,7	41,6	24,1	17,4
			c-3 trimestr	53,3	1,50	23,7	2334,0	1268,5	1065,5	439,6	1,14	224,6	243,7	205,4	43,7	23,9	20,1
			d-3 trimestr	51,5	1,50	22,9	2388,9	1256,6	1132,3	453,9	1,10	226,9	241,3	215,0	46,3	24,4	22,0
Divour, 1999	Kolumbie	114	NP	55,4	1,56	22,7	2431,9	1247,0	1187,3	465,8					44,0	22,5	21,5
		40	14	56,0	1,57	22,7	2412,8	1273,3	1139,5	451,5	1,01	236,5	243,7	229,3	43,00	22,7	20,3
		54	25	59,9	1,57	24,4	2221,7	1325,8	895,8	401,3	1,08	217,4	253,2	179,2	37,0	22,2	15,1
		43	35	63,1	1,57	25,6	2398,5	1414,2	984,2	406,1	1,14	236,5	270,0	198,3	38,0	22,5	15,5

## Měření energetického výdeje pomocí více metod

Měření proběhlo u 76 žen v 36. - 38. týdnu těhotenství. TEE byl měřen dýchací kalorimetrií a složení těla čtyřsložkovým modelem. Ženy byly rozděleny do 2 skupin (L kojící; NL nekojící). BMI byl < 30. Průměrný ( $\pm$ SD) věk 76 žen byl  $28,8 \pm 4,2$  let; 55 bílých, 7 africko-amerických, 11 hispánských a 3 asiátky. Těhotenský váhový přírůstek byl  $16,2 \pm 5,3$  kg. Tuková hmota byla odhadnuta z váhy těla, celkové vody těla (TBW), objemu těla a složení kostních minerálů (BMC) užitím čtyřsložkového modelu:

$$\text{Tuková hmota} = 2,747 \text{ objem těla} - 0,71 \text{ TBW} + 1,46 \text{ BMC} - 2,05 \text{ týden}$$

tuková hmota je v kg, objem těla je v l, TBW je v l, BMC je v kg/týden, váha těla v kg. Hmota bez tuku byla vypočítána jako odlišnost mezi váhou těla a tukovou hmotou. Spánkový metabolismus (SMR) byl definován jako průměrný energetický výdej během času spaní, ve spaní se potvrdila fyzická aktivita a byl monitorovaný srdeční výdej. Minimální SMR (MSMR) byl nejnižší energetický výdej pozorovaný po 20 následujících minutách spaní **tabulka 19**. TEE byl jednoznačně vyšší během těhotenství **tabulka 20**, **graf 6**.

**Tabulka 19:** Spánkový metabolismus (SMR) a minimální SMR (MSMR) žen v 37. týdnu těhotenství

	těhotenství	
	L (n = 38)	NL (n = 29)
<b>SMR</b>		
$V^{\bullet} O_2$ (L/min)	0.252± 0.026*	0,246 ± 0.033
$V^{\bullet} CO_2$ (L/min)	0.219 ± 0.020	0.214 ± 0.026
Dýchací koeficient	0.867 ± 0.024	0.872 ± 0.030
Energetický výdej (kcal/min)	1,2 ± 0.12	1,2 ± 0,16
Srdeční poměr(úderů/min)	73 ± 10	77 ± 10
Aktivita (množství)	15 ± 10	21 ± 29
<b>MSMR</b>		
$V^{\bullet} O_2$ (L/min)	0.236 ± 0.025	0.231 ± 0.032
Dýchací koeficient	0.875 ± 0.038	0.874 ± 0.040
Energetický výdej (kcal/min)	1,2 ± 0.1	1,1 ± 0.15
Srdeční poměr (úderů/min)	72 ± 11	76 ± 10
Aktivita (množství)	5 ± 5	5 ± 7
BMR :MSMR	0,25 ± 0.01	0,25 ± 0.01

<sup>1</sup>L kojící; NL nekojící; BMR bazální metabolický poměr;  $V^{\bullet} O_2$ , kyslíková spotřeba;  $V^{\bullet} CO_2$ , produkce oxid uhličitý  $\bar{x} \pm SD$ .

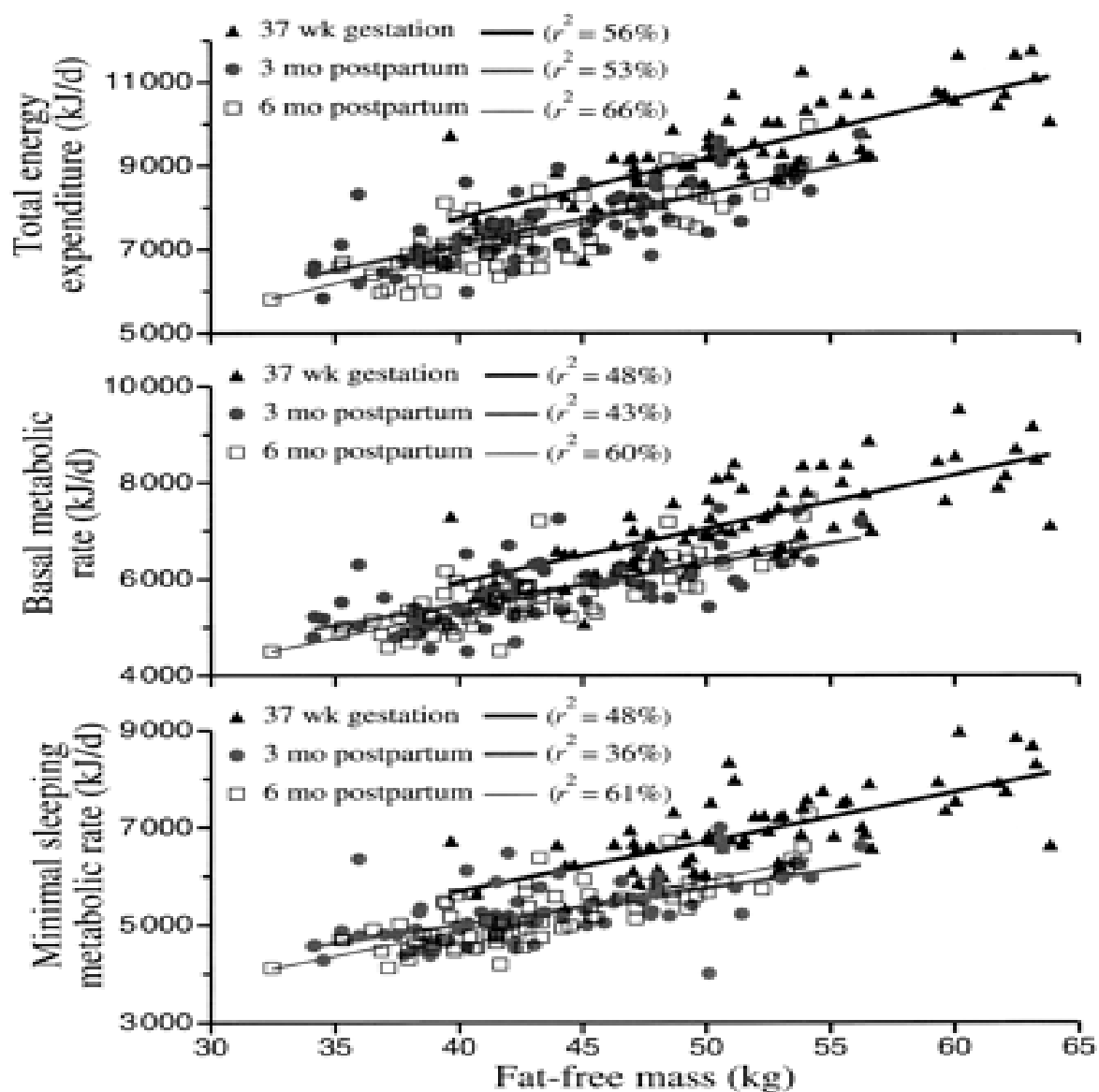


**Tabulka 20:** Celkový energetický výdej (TEE) a bazální metabolický výdej (BMR) žen v 37. týdnu těhotenství

	těhotenství	
	L (n = 38)	NL (n =29)
<b>TEE</b>		
$V^{\bullet} O_2$ (L/min)	$0.329 \pm 0.032^3$	$0.316 \pm 0.041$
$V^{\bullet} CO_2$ (L/min)	$0.290 \pm 0.026$	$0.279 \pm 0.033$
Dýchací koeficient	$0.882 \pm 0.019$	$0.885 \pm 0.019$
Energetický výdej (kcal/min)	$1,6 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$
Srdeční poměr (úder/min)	$82 \pm 11$	$85 \pm 10$
Aktivita (množství)	$150 \pm 39$	$122 \pm 23$
<b>BMR</b>		
$V^{\bullet} O_2$ (L/min)	$0.251 \pm 0.028$	$0.245 \pm 0.036$
$V^{\bullet} CO_2$ (L/min)	$0.208 \pm 0.022$	$0.208 \pm 0.028$
Dýchací koeficient	$0.828 \pm 0.032$	$0.844 \pm 0.043$
Energetický výdej (kcal/min)	$1,2 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$
Srdeční poměr (úder/min)	$76 \pm 11$	$81 \pm 12$
Aktivita (množství)	$6 \pm 9$	$4 \pm 5$
<b>24-h EE:BMR</b>	$1.33 \pm 0.06$	$1.30 \pm 0.05$

<sup>1</sup> L, kojící; NL, nekojící;  $V^{\bullet} O_2$ , kyslíková spotřeba;  $V^{\bullet} CO_2$ , produkce oxidu uhličitého. <sup>3</sup>  
 $\bar{x} \pm SD$ .

**Graf 6:** Lineární vztah celkového energetického výdeje, bazálního metabolického výdeje a minimálního spánkového bazálního metabolismu k hmotě bez tuku v 37. týdnu těhotenství, 3. měsíc po porodu a 6. měsíc po porodu



$r^2$  tuková hmota (Butte N. F., King J. C., 2005)

Samotná FFM vysvětlila 56% variaci TEE v 37. týdnu těhotenství. Další tuková hmota  $r^2$  se zvětšila, jak ukázaly hodnoty: 37. týden těhotenství ( $r^2 = 68\%$ ): TEE = 2177 + 116 FFM+ 53,5 hmota tuku.

TEE je v kJ/den, FFM a tuková hmota jsou v kg.

TEE byl o 15 - 18% vyšší během těhotenství než při porodu. TEE byl přizpůsobený ( FFM, hmotě tuku, čisté energetické rovnováze a aktivitě) 1,5 kcal/min v 37. týdnu těhotenství. BMR representoval 76% TEE v 37. týdnu těhotenství. BMR se nelišil jednoznačně po celé těhotenství v porovnání s FFM, hmotou tuku a čistou energetickou rovnováhou ( $P = 0.001$ ). Přizpůsobení BMR bylo o 18 – 20% vyšší během těhotenství než po porodu (1,2 kcal/min v 37. týdnu těhotenství).

37. týden těhotenství ( $r^2 = 68\%$ ) :  $TEE = 2177 + 116 \text{ FFM} + 53,5 \text{ tuková hmota}$

TEE a jeho složky, BMR, SMR a MSMR byly o 15 - 26% vyšší během těhotenství než po porodu (Butte N. F., King J. C., 2005). Průměrný poměr TEE k BMR byl mezi 1,29 a 1,36, které potvrzují i doporučení FAO/WHO/UNU. BMR by se měl 1,4 krát zvýšit z minima energetických požadavků pro podporu těhotenství (Butte N. F., Hopkinson J. M., Mehta N., Moon J. K., Smith E. O. B., 1999). Odhadnutí celkového energetického výdeje těhotenství pro ženu s průměrným těhotenským váhovým přírůstkem 12,0 kg bylo 77639,8 nebo 76684,2 kcal, rozložené jako 89,6, 286, 465,8 kcal/den pro první, druhý a třetí trimestr (Butte N.F., King J.C., 2005).

U kolumbijských žen byl celkový energetický výdej (TDEE) měřen metodou srdečního poměru. Celkový energetický výdej u těhotných a NPNL žen je v **tabulka 21**.

**Tabulka 21:** Celkový energetický výdej u těhotných a NPNL žen

Proměnná a stav	6.7.–18.8 týden těhotenství	19.0.–29.8 týden těhotenství	30.4.–39.4. týden těhotenství
<b>TDEE (kcal/den)</b>			
Těhotné	2412,8 ± 817,0	2221,7 ± 721,5	2398,5 ± 1173,0
NPNL	2307,7 ± 568,6	2434,3 ± 680,8	2560,9 ± 797,9

<sup>1</sup> $\bar{x} \pm SD$  TDEE, pro které  $n = 38, 52$  a  $46$  těhotných žen a  $107, 94$  a  $84$  NPNL žen (Dufour D. L., Reina J. C., Spurr G. B., 1999).

## **Odhad energetického výdeje faktoriálně z přírůstku BMR nebo z přírůstku TEE**

Celkový energetický výdej těhotenství u dobře živených žen byl odhadnut faktoriálně z přírůstku BMR **tabulka 7** nebo z přírůstku TEE plus energetické uložení spojeného s průměrným těhotenských váhový přírůstek 13,8 kg **tabulka 22**. Energetické uložení bylo odvozeno z odhadnutých zvýšení proteinů a průměrných zvýšení tukové hmoty u dobře živených žen. Dva přístupy daly podobná řešení celkového energetického výdeje těhotenství (89345,4 versus 88151,0 kcal), (Butte N. F., King J. C., 2005). Energetický výdej těhotenství není rovnoměrně distribuován přes těhotenství. Energetické uložení proteinů se jeví primárně v druhém (20%) a třetím trimestru (80%). Distribuce uložení tuku byla založena na poměru váhového přírůstku odhadnutého z IOM doporučení u skotských primigravidních žen. Poměry váhového přírůstku 1,6 kg v prvním trimestru, 0,45 kg/týden v druhém trimestru a 0,40 kg/týden v třetím trimestru ukazují distribuci 11, 47 a 42% v prvním, druhém a třetím trimestru. Zvýšení bazálního metabolismu a TEE se nejvíce vyskytuje v druhé polovině těhotenství. Bazální metabolismus a TEE poskytly nepatrně odlišné distribuce energie, ale průměrně 102,7, 328,5 a 536,3 kcal/den pro první, druhý a třetí trimestr. Celkový energetický výdej těhotenství byl také vypočítán pro ženy s průměrným těhotenským váhovým přírůstkem 12,0 kg, jak zjistili v WHO Collaborative Study on Maternal Anthropometry a Pregnancy Outcomes **tabulka 23**. Celkový energetický výdej těhotenství byl 76684,2 nebo 77639,8 kcal, distribuovaný jako 89,6, 286,7 465,8 kcal/den, pro první, druhý a třetí trimestr (Butte N. F., King J. C., 2005).

**Tabulka 22:** Celkový energetický výdej těhotenství u dobře živěných žen s těhotenským váhovým přírůstkem 13,8 kg

	První trimestr	Druhý trimestr	Třetí trimestr	Celkové uložení (g)
Poměry tkáňového uložení				
Váhový přírůstek (g/den)* *	20	70	62	13800
Uložení proteinů (g/den) **	0	1,5	5,9	686
Uložení tuku (g/den) **	6,0	21,7	19,4	4300
Celkový energetický výdej odhadli z přírůstků základního metabolického poměru a uložení energie	Celkový energetický výdej (kcal)			
Uložení proteinů (kcal/den)	0	8,4	33,4	16217
Uložení tuků (kcal/den)	55,4	200,9	179,6	166419
Přírůstek bazálního metabolického výdeje (kcal/den)	59,5	111,1	242,5	157000
Účinnost energetické utilizace (kcal/den)***	11,5	32,0	45,6	33964
Celkový energetický výdej těhotenství (kcal/den)	126,4	352,4	501,0	373599
Celkový energetický výdej odhadli z přírůstku celkového energetického výdeje a uložené energie	Celkový energetický výdej (kcal)			
Uložení proteinů (kcal/den)	0	8,4	33,4	16217
Uložení tuku (kcal/den)	55,4	200,9	179,6	166419
Přírůstek celkového energetického výdeje (kcal/den)	23,9	95,6	358,3	186000
Celkový energetický výdej těhotenství (kcal/den)	79,3	304,8	571,2	368635

\* Interval (79 dní) vypočítali z posledního období menstruace; celkové těhotenství (266 dny)

\*\* Celkový váhový přírůstek 13,8 kg, proteinové uložení 686g, tukové uložení 4,3 kg účastníci se jako 5,6 kcal/g proteinů a 9,2 kcal/g pro tuk.

\*\*\* Účinnost energetické utilizace účastníci se jako 0,90.

**Tabulka 23:** Celkový energetický výdej u žen s těhotenským váhovým přírůstkem 12 kg

	<b>První trimestr</b>	<b>Druhý trimestr</b>	<b>Třetí trimestr</b>	<b>Celkové uložení (g)</b>
Poměry tkáňového uložení				
Váhový přírůstek (g/den)**	18	60	54	12000
Uložení proteinů (g/den) **	0	1,3	5,1	597
Uložení tuku (g/den) **	5,2	18,9	16,9	3741
Celkový energetický výdej těhotenství odhadli z přírůstků v základním metabolickém poměru a energetické uložení				
				Celkový energetický výdej (kcal)
Uložení proteinů (kcal/den)	0	7,2	28,9	3370,5
Uložení tuku (kcal/den)	48,3	174,9	156,2	34587,7
Bazální metabolický výdej (kcal/den)	51,8	96,8	210,9	32630,2
Účinnost energetické utilizace (kcal/den) ***	10,0	28,0	39,7	7058,8
Celkový energetický výdej těhotenství (kcal/den)	109,9	306,5	435,7	77647,2
Celkový energetický výdej odhadli z přírůstků celkového energetického výdeje a uložení energie				
				Celkový energetický výdej (kcal)
Uložení proteinů (kcal/den)	0	7,2	28,9	3370,5
Uložení tuku (kcal/den)	48,3	174,9	156,2	34587,7
Celkový energetický výdej (kcal/den)	20,8	83,1	311,8	38657,4
Celkový energetický výdej těhotenství (kcal/den)	69,0	265,2	496,9	76615,6

\*Období (79 dny) vypočítali z poslední menstruace; celkové těhotenství (266 den).\*\*Celkový váhový přírůstek 12 kg, uložení proteinů 597 g, uložení tuku 3,74 kg vzali jako 5,6 kcal/g proteiny a 9,2 kcal/g tuku.\*\*\* účinnost energetické utilizace vzali jako 0,90.

## 10. Metabolismus a fyzická aktivita

Fyzická aktivita a cvičení se staly současně více populární mezi ženami žijící v průmyslové společnosti a efekty takových energetických požadavků během těhotenství závisí na četnosti, intenzitě a trvání cvičení. Jedna skupina vyšetřovatelů oznámila, že energetické příjmy žen, které cvičí jogging během těhotenství jsou podobné výsledkům těhotných žen, které žijí sedavým způsobem života. Neberou se ohledy na zvýšený energetický výdej těhotných žen požadující pohyb těžších těl, protože je odhadnuto, že těhotné ženy vyrovnávají zvýšené energetické potřeby fyzické aktivity a že se stávají více sedavé nebo vykonávají úkoly s větší volností nebo energetickou činností zvyku ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com)). Množství energie požadované pro těžké nebo lehké aktivity, které se netýkají pohybu těla se odráží ve změně klidového metabolismu. Nepřímý odhad energetického výdeje fyzické aktivity může být také zjištěn ze záznamů srdečního výdeje. Energetický výdej vypočítáme: energetický výdej = čas strávený při každé aktivitě (min) x metabolický výdej aktivity (kcal nebo kJ/min), ([www.unu.edu](http://www.unu.edu)). Heini et al zjistili kladný vztah mezi srdečním výdejem a DLW metodou u těhotných žen (Divour D. L., Reina J. C., Spurr G.B., 1999). Množství energie spotřebované během fyzické aktivity kolísá v závislosti na intenzitě, trvání a typu cvičení, rovněž také na váze těla. Váhový přírůstek během těhotenství, požadovaná energie pro váhu šetřící aktivity se zvyšuje postupně s těhotenstvím. Energetický výdej pro ne váhu šetřící aktivitu může být také vyšší u těhotných žen, jako řešení zvýšeného bazálního metabolického výdeje, zvláště během druhé poloviny těhotenství. Účinnost osobního pohybu také ovlivňuje celkový energetický výdej aktivity. Dokázalo se, že těhotné ženy se pohybují ve větší ekonomické úspoře. Jestliže se pohyby staly během těhotenství účinnější, energetický výdej aktivity během těhotenství může být nižší než u netěhotných žen. Energetický výdej během aktivit (**tabulka 24**), ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com)).

**Tabulka 24:** Energetický výdej aktivit během těhotenství.

Aktivity	Celkový výdej(kcal/min)			Čisté zvýšení nad RMR (kcal/min)			Celkový výdej(kcal/min)		
	Netěhotné ženy	2. TT	3. TT	Netěhotné ženy	2. TT	3. TT	Netěhotné ženy	2. TT	3. TT
<b>Sezení</b>	0,95	1,07	1,25	0,16	0,11	0,15	15	17	17
<b>Stání</b>	1,14	1,20	1,42	0,35	0,24	0,32	18	19	19
<b>Kolo (30 mph)<sup>a</sup></b>	3,98	3,88	4,82	3,19	2,92	3,72	61	61	62
<b>Chůze (3 mph)<sup>b</sup></b>									
U.S. ženy na treadmilu	3,98	4,12	4,90	3,19	3,16	3,86	60	62	64
<b>Chůze (3 mph)<sup>c</sup></b>									
U.S. ženy se svým tempem		4,61	5,13	-	3,60	3,98	-	71	66
<b>Chůze (3 mph)<sup>d</sup></b>									
gambijské ženy se svým tempem	3,03	-	3,28	1,79	-	2,03	59	-	57

<sup>a</sup> od Blackburn and Calloway, 1976, <sup>b</sup> od Blackburn and Calloway, 1974, <sup>c</sup> od Lawrence et al., 1985, <sup>d</sup> od Nagy and King, 1983.



**Výdej energie při různých činnostech** (hodnoty energetického výdeje nejsou stanoveny pro těhotné ženy)

Údaje jsou průměrné, neboť výdej energie závisí na kvalitě pracovního výkonu, na rychlosti pohybů, na zacvičenosti, trénovanosti (kdo je trénovanější, vydává při témtže výkonu méně energie), na pohlaví (u žen je při stejné činnosti menší energetický výdej než u mužů) i na velikosti nadváhy (čím více někdo váží, tím více energie vydává). Dále budou různé činnosti roztříděny podle množství spotřebované energie za hodinu.

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu nepřesahuje 95,6 kcal**  
čtení, psaní, sledování televize, poslech rádia, šití, pletení, příprava a vaření jídla, rybaření, hra v karty, úřednická práce, psaní na stroji a další aktivity realizované vsedě a vyžadující pouze malý pohyb rukou

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 95,6 až 191,1 kcal**  
umývání a utírání nádobí, utírání prachu, oblékání se, ruční přepírání malých kousků prádla, žehlení, řízení auta, hraní na hudební nástroj, lehké zahradnické práce a další činnosti prováděné vestoje a vyžadující pomalý pohyb rukou

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 191,1 až 238,9 kcal**  
stlaní postelí, zametání nebo vytírání podlahy, věšení prádla, středně náročné zahradnické práce, opravářské práce a další aktivity prováděné vestoje a vyžadující rychlý pohyb rukou, chůze rychlostí 4 km/h, kuželky

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 238,9 až 358,3 kcal**  
drhnutí podlahy, praní velkých kusů prádla v ruce, luxování, mytí oken, další těžší domácí práce, práce zednické, tapetářské, truhlářské, řízení kamiónů, zahradničení, chůze rychlostí 6 km/h, rekreační badminton, odbíjená, lukostřelba, stolní tenis

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 358,3 až 453,9 kcal**  
práce hornické, dřevorubecké, kamenické, práce na pile, házení lopatou, kopání, chůze rychlostí 8 km/h, bruslení, skákání přes švihadlo, sexuální aktivita

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 453,9 až 501,7 kcal**  
cyklistika (20 km/h), sjezdové lyžování, tenis, plavání kraul, štípání dříví, chůze do schodů

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 501,7 až 597,2 kcal**  
košíková, běh na lyžích, hokej, jogging, rychlé plavání, vzpírání, horolezectví, atletika, veslování, odhrabování sněhu

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 597,2 až 692,8 kcal** šerm, házená, běh rychlostí 1 km/3 min

**Činnosti, u nichž spotřeba energie za hodinu činí 692,8 až 955,6 kcal** běh rychlostí 20 km/h, soutěžní aerobik ( Málková I., 2005 ).

Studie změny energetických výdejů váhu šetřících [cvičení cykloergometer a váhu šetřící cvičení na treadmilu a step-test] aktivit byly měřeny se standardními kroky a nebo podle intenzity. Čistý výdej ne váhu šetřících aktivit (aktuální metabolický výdej mínus bazální metabolický výdej) se nezměnil během těhotenství, v pozdním těhotenství, kdy se zvýšil okolo 10%. Čistý výdej váhu šetřících aktivit zůstal konstantní během prvních dvou trimestrů těhotenství a zvyšuje se postupně k porodu okolo 15%. Skutečnost, že čistý výdej zůstal stálý do třetího trimestru je pozoruhodná, z váhy těla na konci druhého trimestru je vždy podstatné zvýšení na 5 - 8 kg těla, které vyplývá ze zlepšení energetické účinnosti k vykonání váhu-šetřících aktivit (Butte N. F., King J. C., 2005).

U gambijských žen byl energetický výdej fyzické aktivity a termogeneze, odvozený jako TEE-RMR, průměrně 1180,1 (SD 468,2) kcal/den. Vyjádřený přes kg váhy těla (24,6 kcal/kg za den) tato složka výdeje byla 2,5 krát větší než srovnatelné hodnoty od studovaných neaktivních bohatých žen z dřívějších studií (9,3 kcal/kg za den), ( Singh J., Prentice A.M., Diaz E., Coward W.A., Ashford J., Sawyer M., Whitehead R.G., 1989 ).

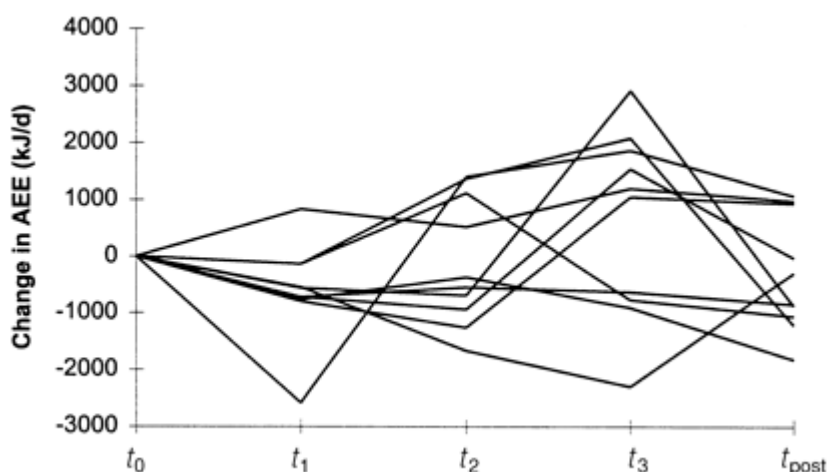
Studie aktivního energetického výdeje u 10 těhotných žen měřené před těhotenstvím a v těhotenství. AEE se zvýšil průměrně na 145,7 kcal/den do 34. - 36.týdne těhotenství, nebo byl o 23% vyšší než průměrná pregravidní hodnota ( **tabulka 25** ). Individuální cíle změny AEE během těhotenství jsou ukázána na **grafu 6**.

**Tabulka 25:** Absolutní hodnoty AEE přes těhotenství<sup>1</sup>

	<b>t<sub>0</sub></b> pregravidní hodnoty	<b>t<sub>1</sub></b> 8.-10.týden	<b>t<sub>2</sub></b> 24.-26.týden	<b>t<sub>3</sub></b> 34.-36.týden	<b>t<sub>post</sub></b> 4.-6.týden po těhotenství	<b>Procenta změny (t<sub>3</sub> - t<sub>1</sub>)</b>
<b>AEE</b>	890,6 ±	744,1 ±	866,0 ±	1036,3 ±	816,3 ±	23
<b>(kcal/den)</b>	231,5	338,3	280,5	319,2	237,2	

<sup>1</sup>  $\bar{x} \pm SD$ . RMR, klidový metabolický výdej; AEE aktivní energetický výdej.

**Graf 6:** Individuální změny z pregravidní hodnoty aktivního energetického výdeje (AEE) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{post}$ , 4. – 6. týden po porodu

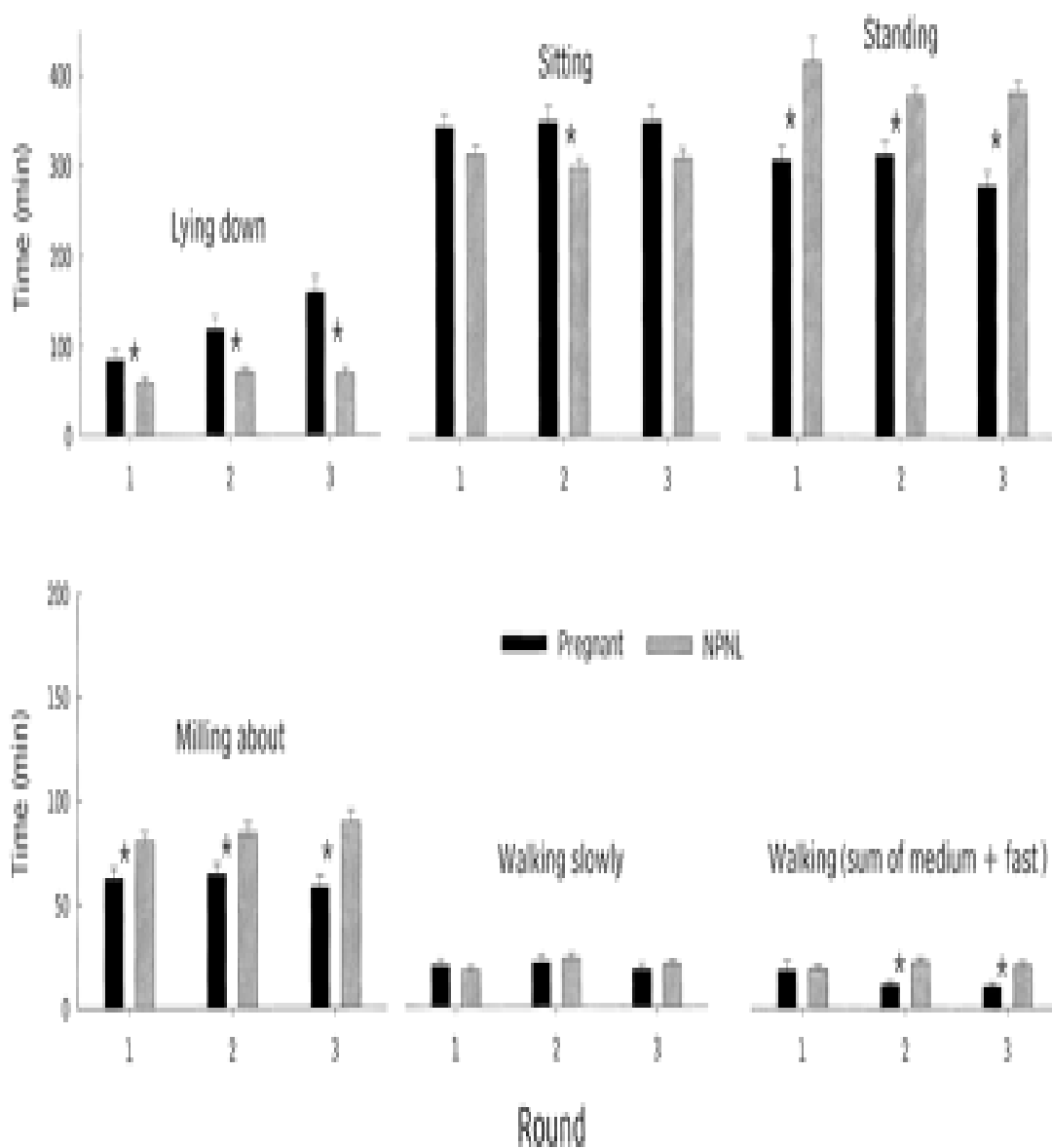


( Kopp-Hoolihan L. E., van Loan M. D., Wong W. W., King J. C., 1999 ).

Záznamy aktivity u kolumbijských žen byly udány užitím techniky aktivní stravy a záznamů ležení, sezení, valchování nebo chůze ( pomalá, mírná nebo rychlá). “ Valchování“ bylo užito pro vnitřní aktivity, ve kterých ženy strávily čas stáním, rovněž chůzí několik kroků přes pokoj. Záznam aktivit u žen během normálních hodin chůze ( $14,3 \pm 0,7$  h). Čas strávený fyzickou aktivitou je ukázán v **grafu 7**. Jednoznačná odlišnost v čase stráveném fyzickou aktivitou u těhotných žen v 3 základech ( základ 1 – průměr = 6,7. - 18,8. týden těhotenství, základ 2 – průměr = 19,0 - 29,8, základ 3 – průměr = 30,4 - 39,4). Měření byla zvýšená v čase stráveném

ležením mezi základy 1 a 3 ( $P = 0.02$ ). Těhotné ženy trávily jednoznačně více času ležením (všechny základy), více času sezením (základ 2), méně času stáním (všechny základy) a méně času předením (všechny základy), než tomu bylo u NPNL žen. Těhotné ženy také trávily méně času chůzí mírným až rychlým krokem, (základy 2 a 3) než bylo u NPNL žen.

**Graf 7:** Průměrný ( $\pm$ SEM) čas strávený aktivitami těhotných a netěhotných, nekojících (NPNL) žen.  $n = 40, 54$ , a  $43$  těhotných žen a  $n = 114, 103$ , a  $93$  NPNL žen měřených v základech 1,2 a 3.



Záznam uvádí, že váha nižších grafů je odlišná od váhy vyšších grafů. \*Jednoznačná odlišnost mezi těhotnými a NPNL,  $P < 0.05$  (post hoc Bonferroni test), (Difour D. L., Reina J. C., Spurr G. B., 1999).

Časové studie poskytují hodnotné informace o čase stráveném různými fyzickými aktivitami. Studie z odlišných zemí zahrnujících Skotsko, Holandsko, Thajsko, Filipíny, Gambii a Nepal nezjistily přesvědčivou evidenci, že ženy snižují energetický výdej v zaměstnání. Shrnutím 122 studií se zjistilo, že v nejvíce společnostech ženy pokračovaly s částečnými nebo plnými povinnostmi během těhotenství. Metoda dvojité značené vody poskytuje kvantitativní odhad množství energie vynaložené na fyzickou aktivitu. V průběhu těhotenství se zvýší váha těla, zvýšení energetického výdeje se projeví alespoň pro váhu šetřící aktivity. Ženy mohou vyrovnat energetický výdej snížením kroků nebo intenzity, se kterou aktivitu vykonávají. Těhotné ženy mohou také změnit svůj cíl aktivit a tím snížit množství času stráveného váhou šetřících aktivit. Oba názory předpokládají, že pro matky je vhodná změna denních aktivit nebo změna kroku nebo intenzity práce, kterou vykonávají. Toto byl případ mnoha žen, ale neplatil pro všechny. Nízký příjem žen z rozvíjejících zemí, které často pokračují vykonáváním silné aktivity do porodu. V kontrastu, ženy se sedavým způsobem života během těhotenství mají malou flexibilitu k snížení úrovně fyzické aktivity ( Butte N. F., King J.C., 2005 ).

U 25 holandských žen v průběhu těhotenství byl měřen bazální metabolický výdej (BMR), cíl aktivit a energetický výdej denních aktivit. Index fyzické aktivity (PAI) = denní energetický výdej vyjádřený jako násobek BMR. PAI byl vypočítán z cílových dat aktivit a výdejů aktivit. Průměrný PAI ( $\pm$  SD) v průběhu těhotenství byl  $1,48 \pm 0,08$ ,  $1,49 \pm 0,07$  a  $1,53 \pm 0,10$  x BMR. Ženy se sedavým způsobem života ušetřily energii během těhotenství a kojení tím, že snížily fyzické aktivity a snížily výdeje aktivit ( van Raaij J. M., Schonk C. M., Vermaat-Miedema S.H., Peek M.E., 1990 ).

Těhotné ženy spotřebují více celkové energie pro splnění úkolů, ale čisté zvýšení energetického výdeje nad odpočinkový výdej je nižší u těhotných žen než u netěhotných žen. Těhotné ženy vykonaly úkoly v odpočinkovém tempu nebo s ekonomickou úsporou a nebo snížily pracovní intenzitu. Podobné snížení intenzity práce bylo viděno v druhém a třetím trimestru těhotenství u gambijských žen. Energetický výdej vyšší než odpočinkový metabolismus byl méně pozorován v těhotenství než u netěhotných žen vykonávající aktivity takové jako plení, okopávání, mletí obilí a praní prádla ([www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com) ).

### **Kyslíková spotřeba při cvičení**

Maximální spotřeba kyslíku ( $VO_2$ -max) poskytuje ukazatel maximálního udržovacího energetického výdeje při maximálním cvičení. Jsou odlišné zprávy, zda maximální spotřeba kyslíku může být zvýšena u těhotných žen nad úroveň netěhotných žen. Současná práce s těhotnými ženami v třetím trimestru během treadmillového cvičení ukazuje, že kyslíková spotřeba v základní a jemné úrovni je zvýšena nad úroveň netěhotných žen, kontrolní skupina, zatímco kyslíková spotřeba může být jednoznačně snížena u mírné a maximální úrovně cvičení. Těhotenství také požaduje zvýšení biologické práce nezbytné na dokončení fyzické práce přes zvýšení celkové hmoty těla a dýchací práce. Vyšší fyzická aktivita těla při stejné práci vede u těhotných a netěhotných žen k zvýšení  $VO_2$ -max podobných stupňů, zatímco treadmillové cvičení zahrnuje lokomoci gravidních žen, které požadují více energie v těhotenství než netěhotné ženy, snad proto že těhotné ženy nesou větší hmotu těla. Kombinace zvýšené klidové spotřeby kyslíku a snížení  $VO_2$ -max ukazuje, že je snížení tolerance cvičení během konce těhotenství. Těhotné ženy zvyšují dýchací kvocient při cvičení, a proto by měly mít zvyšující se užití karbohydrátů během cvičení. Opakované cvičení na treadmillu zahrnuje okolo 2 - 3 krát RMR.

### **Efekt fyzické aktivity na plod**

Efekt mateřské fyzické aktivity na plod pozorujeme pomocí srdečního poměru plodu. Cvičení ukazuje redistribuci průtoku krve, práci svalů v oblasti splanchnických orgánů. Snížení průtoku krve dělohou přes 50% by mělo potenciálně vést k plodové asfyxii a hypoxii. Ačkoliv se věří, že toto se stává velmi vzácně u zdravých žen během jemného a mírného cvičení. Je možné, že se asfyxie a hypoxie může projevit během silného a prodlouženého cvičení. Na druhou stranu, zdravý plod může tolerovat krátký úsek asfyxie, ke které bude odpovídat počáteční zvyšující se poměr srdce z 10 - 30 úhozů/minutu přes normální základní poměr z 140 - 155 úhozů/min, závislé na těhotenském věku. Artal oznámil, že u 37 těhotných žen zůstal srdeční poměr plodu jednoznačně zvýšen okamžitě po 5 minutách a během 5 minut po ukončení cvičení, bez ohledu na úroveň cvičení; srdeční poměr plodu se vrátil k základnímu po 15 min jemného a mírného cvičení, ale zůstal zvýšen po 30 min usilovného cvičení. Mezi 82 záznamy srdečního poměru plodu se vyskytla plodová bradykardie v 8,5 % při mateřském cvičení ( [www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com) ).

## Experimentální část

### 11. Metoda hodnocení výsledků TEE

Celkový energetický výdej těhotných žen byl hodnocen ze získaných dat jednotlivých činností, které ženy vypisovaly do předepsaného dotazníku a činnosti, které nebyly uvedeny doplnily po straně dotazníku. Sedmidenní záznamy byly vyhodnoceny pomocí programu Energetický výdej 2 (autor Doc. RNDr. Petr Klemera, CSc.). Ženy byly pozorovány v různých trimestrech těhotenství (dotazník – ukázka viz příloha).

Při vyhodnocování dotazníků musely být prováděny úpravy. Čas uvedený v dotaznících byl převeden na hodnoty v minutách. Když žena zaznamenala příjem nutrientů, ale nevedla čas, který věnovala dané aktivitě, byla hodnota doplněna standardy. Standardy byly průměrné hodnoty z dotazníků za leden 2004. Též byly doplněny doby činností, pokud žena nevedla dobu trvání, jako např. doprava do města nebo pohlavní styk.

**Tabulka 1:** Standardy činností

Činnost	Čas (min)
<b>Spánek</b>	540
<b>Ranní hygiena</b>	20
<b>Večerní hygiena</b>	30
<b>Snídaně - příprava</b>	15
<b>Snídaně - konzumace</b>	20
<b>Oběd - příprava</b>	60
<b>Oběd - konzumace</b>	25
<b>Večeře - příprava</b>	25
<b>Večeře - konzumace</b>	20
<b>Svačina - příprava</b>	5
<b>Svačina - konzumace</b>	15
<b>Doprava</b>	20
<b>Pohlavní styk</b>	30



Do programu Energetický výdej 2 byla dodána data z dotazníků včetně osobních charakteristik žen – jméno, příjmení, titul, rodné číslo, věk, hmotnost před otěhotněním, současná hmotnost, výška, zaměstnání, týden těhotenství a data činnosti z dotazníku. Po zadání všech aktivit vykonaných a zapsaných ženami do dotazníku program vyhodnotil celkový energetický výdej TEE (kcal/den), dle zadaných parametrů a vzorců, jež jsou součástí softwaru.

Dotazníky jsou záznamem všech činností dne a základním odhadem času stráveného jednotlivými činnostmi a energetického výdeje. Bazální metabolismus (BM) uvedený softwarem je vypočítán pomocí Harris - Benediktovy rovnice pro negravidní ženy s dosazenou váhou v aktuálním čase vyplňování dotazníku. Tento BM byl vynásoben multiplikačními faktory dle trimestru těhotenství 1,035; 1,062; 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr pro reálný BM těhotných žen. Multiplikační faktory převzaty (Hronek M., 2007). Pregravidní BM byl vypočtený dle rovnice Harrise – Benedikta s dosazením pregravidní hmotnosti ženy. Výpočet Harris – Benediktovy rovnice  $BM = 655,0 + (9,6 \times \text{hmotnost v kg}) + (1,85 \times \text{výška v cm}) - (4,7 \times \text{věk v rocích})$ .

Vzhledem k tomu, že bazální metabolismus představuje přibližně 70% celkového energetického výdeje, lze uvažovat, že stejné multiplikační faktory (1,035; 1,062; 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr) lze použít i pro hodnoty celkového energetického výdeje získané pomocí programu.

Při vyhodnocování byly použity hodnoty BM a TEE vynásobené multiplikačními faktory a vypočítán pregravidní BM z Harris – Benediktovi rovnice.

Jestliže jsme provedli úpravy BM a TEE, bylo potřeba vynásobit i zbylé činnosti v kcal/den stejnými multiplikačními faktory. Tyto hodnoty jsou použity při vyhodnocení dat.

## 12. Výsledky

K vyhodnocení dat byl použit program Energetický výdej 2 (Microsoft Excel) a statistický program GraphPad Prism 4.

### Celkový energetický výdej

Celkový energetický výdej (TEE) těhotenství může být rozdělen do 3 částí: na povinnou potřebu energie uloženou v plodové tkáni, mateřské tukové zásoby a navíc energetické potřeby pro bazální metabolismus při syntéze nové tkáně. Celkový energetický výdej je z 65 – 75% tvořen BM a výdejem energie pohybové aktivity. Z **tabulek 2,3** je patrný nárůst celkového energetického výdeje v trimestrech těhotenství a BMI skupinách. Celkový energetický výdej byl  $2415 \pm 533,9$  kcal/den do 13.týdne těhotenství (1. trimestr),  $2719 \pm 457,3$  kcal/den 14. - 26. týden těhotenství (2. trimestr) a  $3223 \pm 586,5$  kcal/den od 26. týdne těhotenství (3. trimestr). U těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 12,59% a ve třetím trimestru o 33,46% v porovnání s prvním trimestrem. Celkový energetický výdej v BMI skupinách byl  $2295 \pm 239,3$  kcal/den do 19,9 BMI,  $2800 \pm 383,3$  kcal/den 20 – 26 BMI a  $3554 \pm 552,6$  kcal/den nad 26 BMI. U těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 22% a v BMI skupině nad 26 o 54,9% v porovnání s BMI skupinou do 19,9.

**Tabulka 2:** Hodnoty celkového energetického výdeje (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

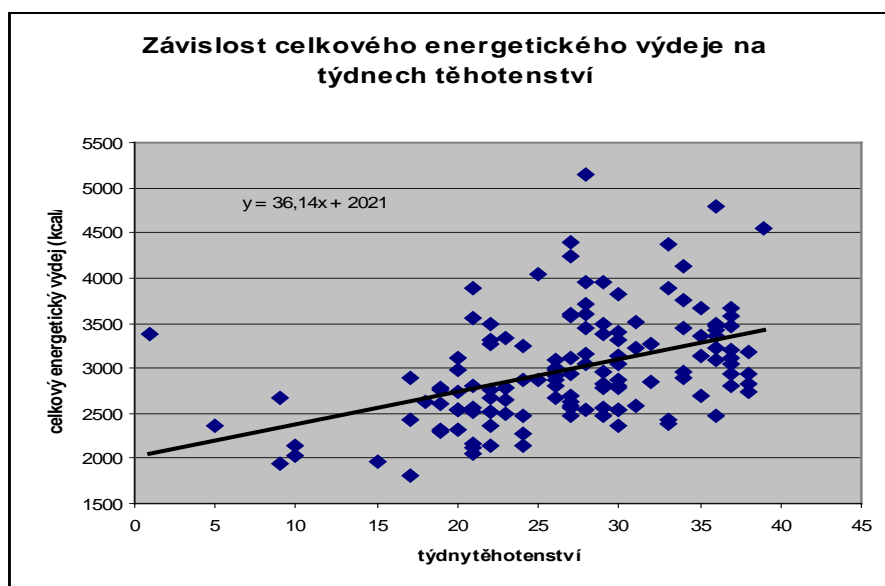
Celkový energetický výdej (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	Do 13. TT	14. – 26. TT	Od 26. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	1944	1818	2363
<b>Maximum</b>	3369	4047	5155
<b>Aritmetický průměr</b>	2415	2719	3223
<b>Směrodatná odchylka</b>	533,9	457,3	586,5
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	218,0	62,82	66,40

**Tabulka 3:** Hodnoty celkového energetického výdeje (kcal/den) v BMI skupinách

Celkový energetický výdej (kcal/den)	BMI skupiny		
	BMI do 19,9	BMI 20 - 26	BMI nad 26
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	1818	1944	2562
<b>Maximum</b>	2557	3597	5155
<b>Aritmetický průměr</b>	2295	2800	3554
<b>Směrodatná odchylka</b>	239,3	383,3	552,6
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	66,37	43,40	82,38

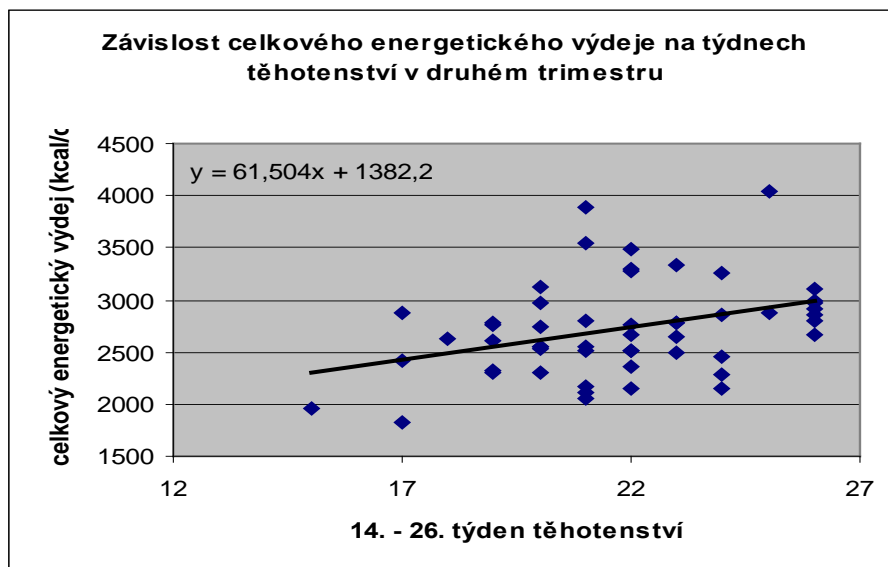
Souvislost mezi celkovým energetickým výdejem a týdny těhotenství viz **graf 1**. Lineární regrese ukazuje nárůst TEE s přibývajícím týdny těhotenství.

**Graf 1:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství

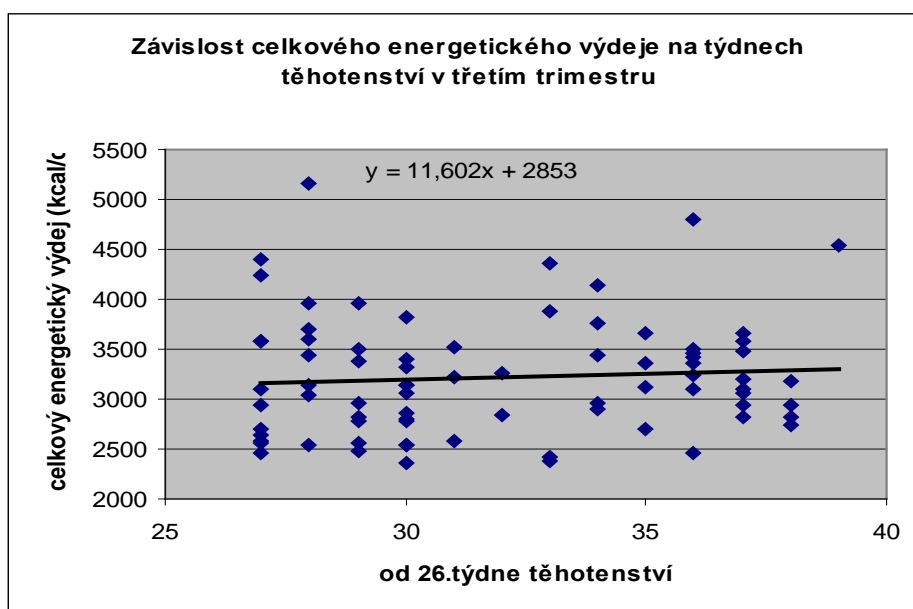


Následující grafy ukazují závislost celkového energetického výdeje v druhém a třetím trimestru **graf 2,3**.

**Graf 2:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství v druhém trimestru těhotenství

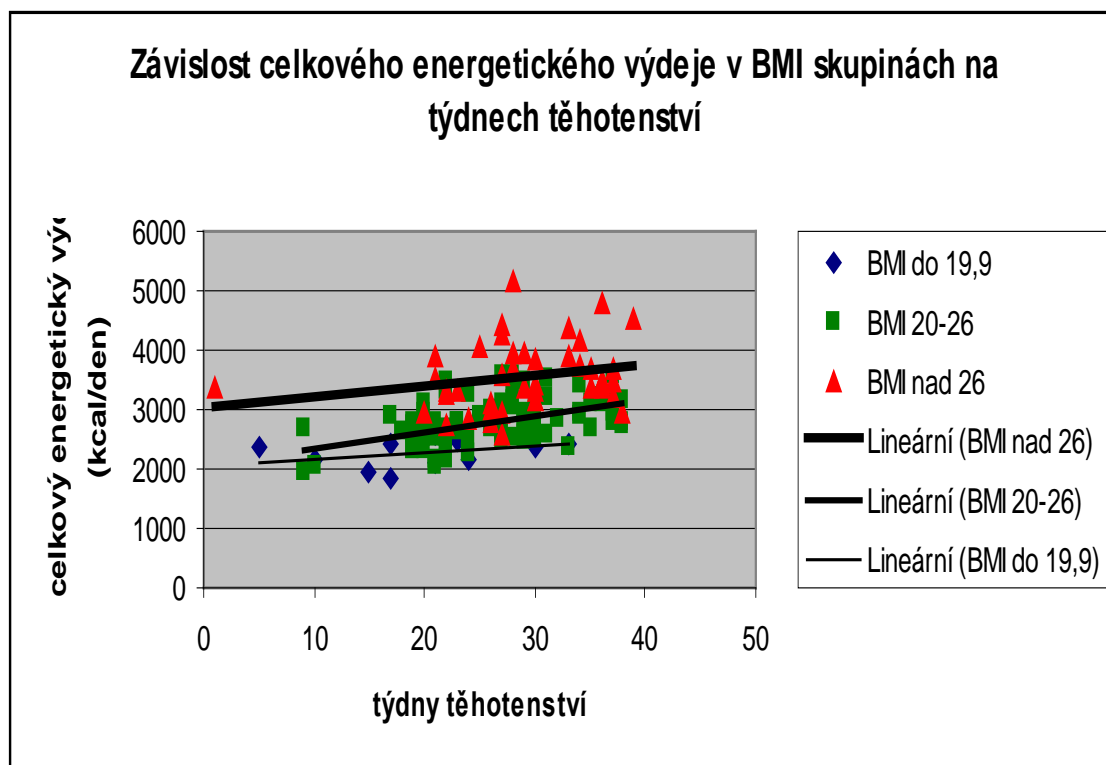


**Graf 3:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství v třetím trimestru



Porovnání hodnot celkového energetického výdeje v BMI skupinách ukazuje **graf 4**.

**Graf 4:** Závislost celkového energetického výdeje v BMI skupinách na týdnech těhotenství



## **12.1 Závislost celkového energetického výdeje (TEE) na vybraných parametrech**

### **12.1.1 Dělení žen na trimestry těhotenství**

Vyhodnocování a sledování jednotlivých parametrů a aktivit bylo rozděleno na trimestry těhotenství.

1.trimestr: do 13. týdne těhotenství

2.trimestr: od 14. – 26. týdne těhotenství

3.trimestr: od 26. týdne těhotenství

(týdny těhotenství jsou v grafech nebo tabulkách v některých případech nahrazeny zkratkou TT).

Ženy, které vyplňovaly dotazníky byly v různém trimestru těhotenství. V prvním trimestru 6 žen, v druhém trimestru 53 žen, v třetím trimestru 78 žen. Celkový počet těhotných žen byl 137.

Na základě korelační statistiky vyšla závislost celkového energetického výdeje na vybraných činnostech uvedených v **tabulce 4**. Následně lze tyto výsledky vzájemně vyhodnotit a posoudit vliv na ženu v průběhu těhotenství.

**Tabulka 4:** Korelace mezi TEE (kcal/den) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna pozitivní korelace

TEE (kcal/ den)	Počet párů	Pearsonův koeficient	95% konfidenční interval	Hladina významnosti p	Významnost korelace (alpha = 0,05)
Výška	137	0,3090	0.1496 až 0.4528	0,0002	Ano
Hmotnost	137	0,8776	0.8325 až 0.9111	P<0.0001	Ano
BMI	137	0,7965	0.7261 až 0.8505	P<0.0001	Ano
BM (kcal /den)	137	0,8549	0.8025 až 0.8943	P<0.0001	Ano
Pregravidní hmotnost (kg)	137	0,7341	0.6462 až 0.8027	P<0.0001	Ano
Týden	137	0,4383	0.2926 až 0.5641	P<0.0001	Ano
Cesta autem (ne řízení)	101	0,3892	0.2106 až 0.5426	P<0.0001	Ano
Domácí práce	65	0,4225	0.2010 až 0.6029	0,0004	Ano
Jídlo vsedě	137	0,5112	0,3762 až 0,6249	P<0.0001	Ano
Hygiena ranní a večerní	134	0,5528	0.4238 až 0.6597	P<0.0001	Ano
Jóga	26	0,4470	0.0720 až 0.7112	0,0221	Ano
Luxování	20	0,5486	0.1400 až 0.7976	0,0123	Ano
Nákup	127	0,4172	0.2626 až 0.5509	P<0.0001	Ano
Mytí nádobí	73	0,2405	0.0109 až 0.4459	0,0404	Ano
Práce na zahradě	34	0,4499	0.1317 až 0.6841	0,0076	Ano
Procházka (chůze 2 km/h)	121	0,2411	0.0662 až 0.4017	0,0075	Ano
Sledování televize	137	0,2369	0.0726 až 0.3886	0,0052	Ano
Spánek	137	0,6041	0.4860 až 0.7005	P<0.0001	Ano
Sport	11	0,7867	0.3535 až 0.9420	0,0041	Ano
Stlaní	4	0,8344	-0.6398 až 0.9964	0,1656	Ano
Úklid běžný	127	0,2794	0.1112 až 0.4320	0,0014	Ano
Řízení auta	33	0,3544	0.0126 až 0.6221	0,0430	Ano
Vaření	137	0,4075	0.2579 až 0.5380	P<0.0001	Ano
Žehlení	85	0,2786	0.0709 až 0.4632	0,0094	Ano
Pregravidní BM	137	0,7146	0.6218 až 0.7877	P<0.0001	Ano

Další dvě následující tabulky ukazují přehled činností, které uváděly ženy v dotaznících. **Tabulka 5** představuje hodnoty minut strávených za den jednotlivou činností v průměru v jednotlivých trimestrech a za celé období těhotenství. **Tabulka 6** přehled zastoupení činností a jejich energetické náročnosti (v kcal/den ) v jednotlivých trimestrech a za období celého těhotenství. Jelikož některé činnosti byly zastoupeny jen zřídka, je v sloupcích označených „ počet“ udaný počet zaznamenání určité činnosti. Činnosti u kterých je prázdné políčko, nebyly v daném konkrétním trimestru vůbec zaznamenány.



**Tabulka 5:** Přehled zastoupení a trvání činností (v minutách/den) v jednotlivých trimestrech a za období celého těhotenství (ar. průměr- aritmetický průměr, SO – směrodatná odchylka, počet – počet subjektů, u nichž byla daná činnost v daném trimestru zaznamenána)

činnost	1. trimestr / 6 subjektů			2. trimestr / 53 subjektů			3. trimestr / 78 subjektů			Celé těhotenství / 137 subjektů		
	Ar.průměr	SO	počet	Ar. průměr	SO	počet	Ar. průměr	SO	počet	Ar. průměr	SO	počet
<b>Aerobik (střední tempo)</b>				12,86	0	1	8,571	0	1	10,71	3,03	2
<b>Aerobik (volné tempo)</b>				4,286	0	1	6,429	0	1	5,357	1,515	2
<b>Badminton (rekreační)</b>				68,57	0	1				68,57	0	1
<b>barman</b>	59,29	0	1	92,14	57,58	2				81,19	44,92	3
<b>Běžky- lehký sněh, volné tempo</b>							17,14	0	1	17,14	0	1
<b>bowling</b>				21,43	0	1				21,43	0	1
<b>Cesta autem (ne řízení)</b>	58,19	35,61	3	37,14	27,70	37	37,34	30,25	54	37,93	29,32	94
<b>Cesta MHD</b>	10,00	0	1	24,39	18,06	20	22,89	20,77	30	23,23	19,45	51
<b>Cvičení těhotenské</b>	7,500	1,515	2	14,40	9,066	18	11,04	8,167	29	12,13	8,463	49
<b>Čtení</b>	15,24	4,756	3	41,84	44,36	47	44,50	34,39	65	42,65	38,47	115
<b>Domácí práce</b>	47,68	36,01	4	36,40	39,90	20	47,77	50,41	31	43,63	45,54	55
<b>Doprava ve všední a víkendové dny</b>	31,43	0	1	6,667	0	1				19,05	17,51	2
<b>Drhnutí podlahy</b>				9,762	6,637	3	4,524	1,675	9	5,833	3,957	12
<b>Golf s taháním vozíku</b>							25,71	0	1	25,71	0	1
<b>Gymnastika rekreační</b>				13,93	16,67	2				13,93	16,67	2
<b>Hra na počítači</b>				11,10	11,58	3	30,61	21,35	7	24,76	20,56	10
<b>Hraní karet</b>				24,29	10,10	2	28,57	27,22	3	26,86	20,04	5
<b>Hygiena ranní a večerní</b>	52,83	15,56	6	53,52	15,27	53	55,20	18,11	78	54,45	16,88	137
<b>Chůze 3 km/hod</b>	4,286	0	1	29,64	29,80	2	11,16	12,26	8	13,90	16,09	11
<b>Chůze 6 km/hod po rovině průměr</b>				25,09	21,25	20	18,25	16,85	22	21,50	19,15	42
<b>Jídlo vsedě</b>	80,17	17,04	6	85,75	21,26	53	88,11	18,65	78	86,86	19,58	137

jóga				13,57	10,07	8	10,94	7,970	16	11,82	8,597	24
Kolo – jízda na kole 13km/h průměr				12,86	8,492	4	14,29	0	1	13,14	7,382	5
krejčí	420,7	0	1	364,3	0	1				392,5	39,90	2
Kreslení(malování ve stoje)	3,571	0	1	21,16	20,73	7	36,79	11,41	6	26,60	18,79	14
laborant				129,8	169,8	4	88,57	152,8	4	109,2	151,1	8
lékař				291,4	0	1	351,4	0	1	321,4	42,43	2
luxování				10,41	4,182	7	6,726	8,377	12	8,083	7,214	19
Mytí nádobí	8,214	7,576	2	16,10	9,592	34	16,30	11,88	31	15,96	10,62	67
Mytí oken				38,57	0	1	8,857	5,903	5	13,81	13,23	6
nákup	32,50	16,63	6	28,13	15,77	45	34,63	18,44	75	32,21	17,59	126
Návštěva kulturních pořadů	17,14	0	1	22,32	8,006	8	24,31	11,33	15	23,35	10,01	24
Návštěva přátel nebo u přátel	67,40	22,00	5	70,73	37,45	50	67,61	46,45	75	68,80	42,28	130
Návštěva sportovního utkání				12,14	0	1	32,14	1,010	2	25,48	11,57	3
Odpočinek mimo spánek	86,12	43,62	6	62,32	37,51	49	77,93	75,30	73	72,34	62,35	128
Plavání – rekreační tempo - průměr				8,571	0	3	9,490	3,906	7	9,214	3,220	10
pletení				35,36	1,515	2	28,82	12,34	4	31,00	10,16	6
Pletí záhonů							25,71	0	1	25,71	0	1
Pohlavní styk	15,71	13,09	3	11,90	9,831	29	7,595	8,558	30	10,00	9,538	62
Poslech hudby							5,714	0	1	5,714	0	1
Práce na počítači	323,6	0	1	89,47	111,1	33	71,93	79,53	37	83,63	99,03	71
Práce na zahradě	17,14	15,15	2	12,86	13,11	14	12,94	8,504	12	13,20	11,05	28
Prádlo - věšení							5,000	3,571	3	5,000	3,571	3
Praní ruční				5,357	2,226	8	7,857	5,095	10	6,746	4,174	18
Procházka (chůze 2km/h)	70,00	46,10	4	32,39	27,42	46	44,52	34,86	68	40,65	33,23	118
Přednáška – aktivní přednášení	2,857	0	1	49,84	72,22	23	20,03	23,93	21	34,89	55,80	45
Přednáška, seminář - návštěva	15,00	0	1	22,42	17,22	30	21,93	15,33	30	22,06	16,06	61
psaní				43,61	62,29	11	26,43	38,86	19	32,73	48,44	30
Rízení auta	32,14	0	1	35,31	27,13	10	45,62	18,21	12	40,55	22,28	23

<b>Sezení v klidu</b>				6,429	0	1	1,429	0	1	3,929	3,536	2
<b>Sledování televize</b>	124,6	57,91	6	106,5	58,41	52	127,2	64,84	77	119,1	62,52	135
<b>spánek</b>	536,4	50,44	6	548,1	66,56	53	569,8	79,14	78	560,0	73,99	137
<b>sport</b>	4,286	0	1	24,69	15,24	7	46,67	63,52	3	28,83	33,38	11
<b>Stání v klidu</b>							3,571	0	1	3,571	0	1
<b>stlaní</b>				3,571	1,010	2	2,143	0	1	3,095	1,091	3
<b>Stolní tenis (nesoutěžní)</b>							10,71	1,010	2	10,71	1,010	2
<b>Šití</b>	36,43	0	1	45,00	40,93	3	46,62	57,81	10	45,54	50,78	14
<b>Tanec – volné společenské tapetování</b>				8,571	6,061	2	8,571	0	1	8,571	4,286	3
<b>Úklid běžný</b>	43,52	29,36	6	38,61	27,73	46	52,03	46,98	70	46,55	40,24	122
<b>Úřady – vyřizování na úřadech</b>	2,143	0	2	13,14	9,357	10	11,28	11,18	16	11,29	10,30	28
<b>úředník</b>	394,3	0	1	254,3	87,75	8	191,5	134,3	11	226,8	121,9	20
<b>Utírání prachu</b>				7,500	5,372	8	2,143	1,010	2	6,429	5,260	10
<b>vaření</b>	71,50	55,02	6	72,02	28,27	53	82,53	30,06	78	78,03	30,93	137
<b>Věšení prádla</b>				4,107	1,905	12	3,603	2,668	9	3,891	2,215	21
<b>Vyšívání, ruční práce drobné</b>	2,143	0	1	24,88	20,11	12	15,06	15,70	16	18,68	18,02	29
<b>Zametání podlahy</b>				2,143	0	1	3,571	3,712	3	3,2149	3,113	4
<b>Zdravotní sestra</b>							49,29	0	1	49,29	0	1
<b>Žehlení</b>	9,464	5,325	4	13,60	9,869	27	16,78	10,78	50	15,36	10,39	81

**Tabulka 6:** Přehled zastoupení činností a jejich energetické náročnosti (v kcal/den ) v jednotlivých trimestrech a za období celého těhotenství (ar. průměr – aritmetický průměr, SO – směrodatná odchylka, počet – počet objektů, u nichž byla daná činnost v daném trimestru zaznamenána)

Činnost	1. trimestr / 6 subjektů			2. trimestr / 53 subjektů			3. trimestr / 78 subjektů			Celé těhotenství / 137 subjektů		
	Ar. průměr	SO	počet	Ar. průměr	SO	Počet	Ar. průměr	SO	Počet	Ar. průměr	SO	Počet
<b>Aerobik (střední tempo)</b>				13,65	0	1	69,97	0	1	73,99	20,56	2
<b>Aerobik (volné tempo)</b>				19,52	0	1	30,99	0	1	22,35	5,625	2
<b>Badminton (rekreační tempo)</b>				510,7	0	1				480,9	0	1
<b>Barman</b>	143,1	0	1	562,7	489,9	2				301,0	227,7	3
<b>Běžky lehký snůh – volné tempo</b>							137,7	0	1	117,0	0	1
<b>Bowling</b>				162,6	0	1				153,1	0	1
<b>Cesta autem (řízení auta)</b>	110,4	47,78	3	78,76	70,76	40	89,14	79,39	58	77,42	66,04	101
<b>Cesta MHD</b>	45,15	40,84	2	46,34	37,68	22	48,27	43,03	40	41,87	35,36	65
<b>Cvičení těhotenské</b>	76,63	10,86	3	124,3	84,06	18	116,5	84,57	36	107,8	71,12	57
<b>Čtení</b>	23,64	2,174	3	67,31	68,51	49	89,41	71,16	68	93,76	61,83	120
<b>Domácí práce</b>	155,2	117,7	4	150,9	158,6	21	213,7	269,8	41	167,1	200,4	66
<b>Doprava ve všední dny a víkendové dny</b>	47,82	0	1	29,74	27,33	2	25,82	24,74	3	28,00	19,94	6
<b>Drhnutí podlahy</b>				46,52	38,36	5	33,20	10,84	9	33,78	22,67	14
<b>Golf s taháním</b>	148,3	0	1							126,0	0	1

<b>vozíku</b>												
<b>Gymnastika (rekreační tempo)</b>				64,17	70,43	2				60,42	66,32	2
<b>Hra na počítači</b>				18,53	17,52	3	54,72	41,61	11	40,27	34,00	14
<b>Hraní karet</b>				45,76	19,66	2	54,60	46,90	3	45,07	29,71	5
<b>Hygiena ranní a večerní</b>	112,8	32,08	6	131,2	45,33	53	163,4	59,18	78	132,1	46,55	137
<b>Chůze 3 km/h</b>	8,832	0	1	72,68	51,84	5	37,25	43,75	21	36,42	40,63	28
<b>Chůze 6 km/h (průměr)</b>				148,0	114,7	20	134,7	120,4	22	126,3	104,5	42
<b>Jídlo vsedě</b>	109,6	20,23	6	135,2	40,99	53	166,5	38,63	78	134,7	35,82	137
<b>Jóga</b>				54,45	42,01	11	56,04	47,56	15	49,16	39,32	26
<b>Jízda na kole 13km/h (průměr)</b>				58,59	39,20	4	92,63	0	1	59,88	33,66	5
<b>Krejčí</b>	1121	0	1	1140	0	1	1275	0	2	1081	4,502	4
<b>Kreslení (malování ve stoje)</b>	7,785	0	1	67,22	51,72	7	91,80	57,80	9	64,17	49,87	18
<b>Laborant</b>				294,5	380,3	4	271,6	465,0	4	254,2	349,8	8
<b>Lékař</b>				664,2	0	1	1148	0	1	800,3	247,4	2
<b>Luxování</b>				37,25	21,12	7	38,09	59,76	13	35,32	41,82	20
<b>Mytí nádobí</b>	26,93	28,54	2	42,39	25,11	34	50,45	38,80	36	41,00	28,55	72
<b>Mytí oken</b>				215,0	0	1	43,71	30,07	7	57,80	63,04	8
<b>Nákup</b>	124,3	61,52	6	122,5	71,78	46	183,0	103,0	75	140,1	80,98	127
<b>Návštěva kulturních pořadů</b>	21,74	0	1	37,79	14,07	9	49,44	20,60	16	38,98	16,22	26
<b>Návštěva přátel nebo u přátel</b>	99,21	21,82	5	123,7	69,11	52	135,4	96,07	75	116,3	73,20	133

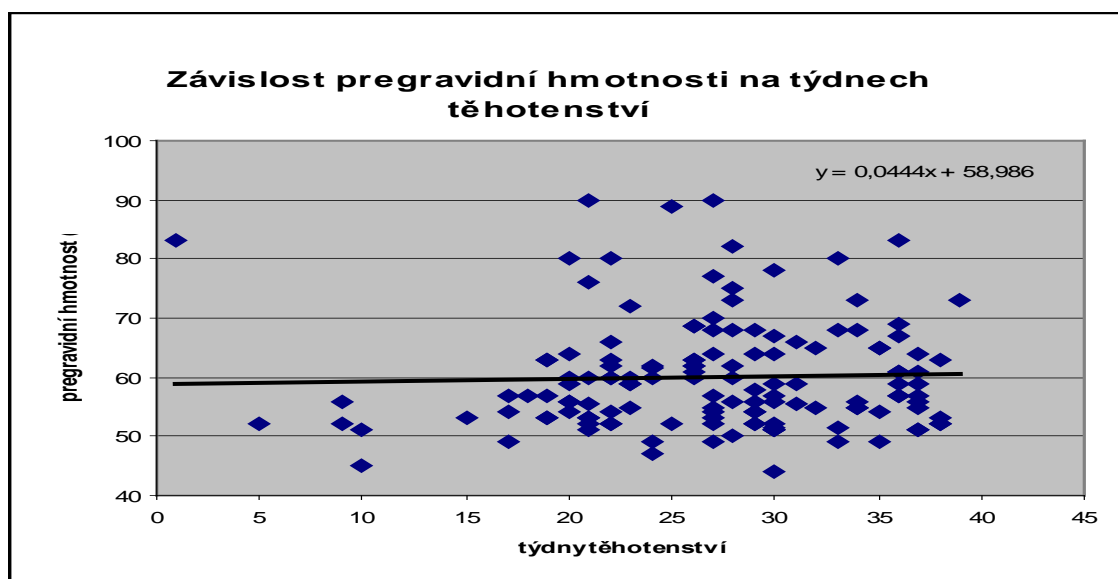
Návštěva sportovních utkání				20,63	0	1	71,74	2,903	4	52,64	18,69	5
Odpočinek doma i mimo spánek	123,3	50,90	6	110,6	73,63	50	155,6	146,6	75	121,2	104,3	131
Plavání – rekreační tempo				91,43	5,108	3	149,0	62,57	9	116,5	48,94	12
Pletení				50,41	0,3862	2	55,89	18,81	6	47,48	13,51	8
Pletí záhonů							219,0	0	1	186,1	0	1
Pohlavní styk	57,08	38,09	4	56,85	46,53	30	44,52	55,77	36	45,56	45,36	70
Poslech hudby							11,10	0	1	9,429	0	1
Práce na počítači	473,8	0	1	166,7	199,6	34	177,1	192,1	44	160,9	182,9	79
Práce na zahradě	75,03	63,72	2	73,74	72,57	15	81,48	69,79	17	69,38	61,65	34
Prádlo věšení							22,51	15,20	5	19,12	12,91	5
Praní ruční				23,45	7,428	12	46,37	28,39	16	31,97	20,47	28
Procházka (chůze 2 km/h)	109,9	71,64	4	72,03	68,01	48	101,1	80,14	69	79,50	66,65	121
Přednáška – aktivní přednášení	5,190	0	1	98,96	126,8	26	46,55	56,87	25	66,24	94,08	52
Přednáška, seminář - návštěva	33,38	0	1	35,54	25,14	30	45,89	32,69	31	36,57	25,68	62
Psaní				82,88	121,5	12	59,16	87,11	22	60,07	89,62	34
Rízení auta	36,93	36,52	2	85,35	61,33	11	111,2	61,71	19	85,19	53,47	33
Sezení v klidu				8,029	0	1	2,684	0	3	3,600	2,640	4
Sledování	178,8	67,77	6	180,4	98,78	53	262,0	140,1	78	200,5	110,0	137

<b>televize</b>												
<b>Spánek</b>	566,2	166,5	6	640,5	118,6	53	798,0	213,2	78	641,5	126,9	137
<b>Sport</b>	53,02	0	1	239,9	138,5	7	645,2	937,7	3	297,9	407,0	11
<b>Stání v klidu</b>							5,683	3,372±0,007	3	4,829	0	3
<b>Stlaní</b>				20,20	10,99	2	10,65	0	2	14,03	8,293	4
<b>Stolní tenis (nesoutěžní)</b>							71,87	0,5743	2	61,07	0,4879	2
<b>Šití</b>	52,94	0	1	73,13	63,68	3	98,81	104,1	14	80,27	80,57	18
<b>Tanec – volné společenské tance</b>				34,04	22,76	2	68,95	0	1	40,90	21,54	3
<b>Tapetování</b>							70,94	4,779	4	60,27	4,060	4
<b>Úklid běžný</b>	154,5	114,6	6	169,1	149,9	49	233,6	216,6	72	181,1	165,9	127
<b>Úřady vyřizování na úřadech</b>	4,807	1,294	2	27,66	22,00	10	24,53	27,84	19	21,48	22,15	31
<b>Úředník</b>	601,5	489,5	2	478,7	202,4	8	384,2	275,2	18	386,2	241,9	28
<b>Utírání prachu</b>				19,61	14,02	8	7,640	3,107	2	16,07	12,72	10
<b>Vaření</b>	159,6	110,4	6	190,6	78,64	53	265,1	108,4	78	205,3	88,25	137
<b>Věšení prádla</b>				15,59	8,901	12	14,34	11,42	14	13,77	8,803	26
<b>Vyšívání, ruční práce</b>	3,119	0	1	42,66	41,05	12	27,48	25,77	21	28,69	29,57	34
<b>Zametání podlahy</b>				7,969	0	1	19,95	22,97	3	14,58	16,62	4
<b>Zdravotní sestra</b>							219,3	0	1	186,3	0	1
<b>Žehlení</b>	23,61	18,88	4	32,71	25,87	28	49,63	32,54	53	37,69	26,58	85

### 12.1.1.1 Vliv pregravidní hmotnosti (kg) na TEE

Celkový energetický výdej je závislý na váze těla. Čím žena víc váží, tím její tělo vydává více energie. Také tělo s větším obsahem svalové tkáně potřebuje více energie a tím má vyšší bazální metabolický poměr. Čím více svalových buněk, žena má, tím více energie může její tělo vytvořit. Shrnutí pregravidní hmotnosti je v **grafu 5**.

**Graf 5:** Závislost pregravidní hmotnosti (kg) na týdnech těhotenství



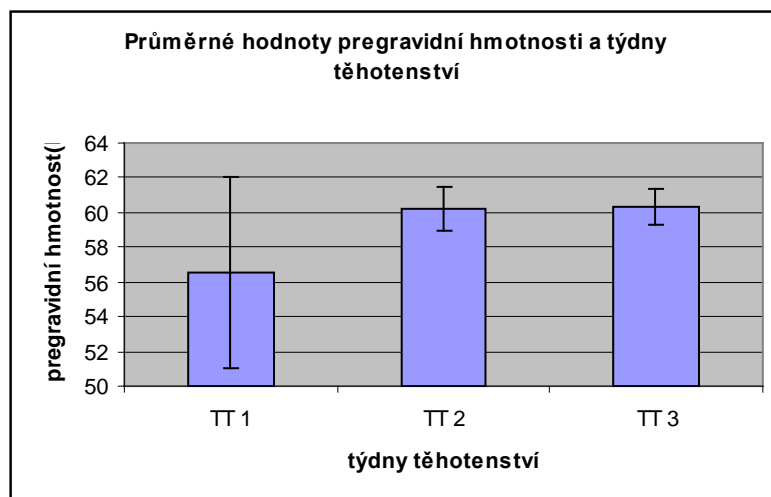


Pregravidní hmotnost v průměru dosahovala  $56,5 \pm 13,5$ ,  $60,2 \pm 9,1$ ,  $60,3 \pm 9,3$  kg v prvním, druhém, třetím trimestru **tabulka 7**. Přehled průměrných hodnot hmotnosti v jednotlivých týdnech těhotenství podává následujícím **graf 6**.

**Tabulka 7:** Hodnoty pregravidní hmotnosti (kg) v jednotlivých týdnech těhotenství

Pregravidní hmotnost (kg)	Týdny těhotenství		
	Do 13. TT	14. - 26. TT	od 26. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	45,00	47,00	44,00
<b>Maximum</b>	83,00	90,00	90,00
<b>Aritmetický průměr</b>	56,50	60,24	60,31
<b>Směrodatná odchylka</b>	13,46	9,130	9,267
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	5,494	1,254	1,049

**Graf 6:** Průměrné hodnoty pregravidní hmotnosti a týdny těhotenství



U žen nebyl prokázán ANOVA testem ( $p = 0,6291$ ) statisticky významný rozdíl mezi hodnotami v jednotlivých trimestrech.

**Tabulka 8** ukazuje nárůst hmotnosti žen rozdělených do jednotlivých trimestrů z pregravidní hmotnosti na těhotenskou hmotnost. Ženy v prvním trimestru přibraly  $2 \pm 0,3$  kg, ženy druhý trimestr  $4,6 \pm 0,8$  kg, ženy třetí trimestr  $9,9 \pm 0,8$  kg.

**Tabulka 8:** Porovnání hmotnosti (kg) v těhotenství a před těhotenstvím

	<b>1. trimestr</b>	<b>2. trimestr</b>	<b>3. trimestr</b>
<b>Pregravidní hmotnost (kg)</b>	$56,5 \pm 13,5$	$60,2 \pm 9,1$	$60,3 \pm 9,3$
<b>Hmotnost (kg)</b>	$58,5 \pm 13,8$	$64,8 \pm 9,9$	$70,2 \pm 10,1$

Vztah mezi hodnotami hmotnosti (kg) a TEE v jednotlivých intervalech týdnů těhotenství byl prokázán pomocí korelace **tabulka9**.

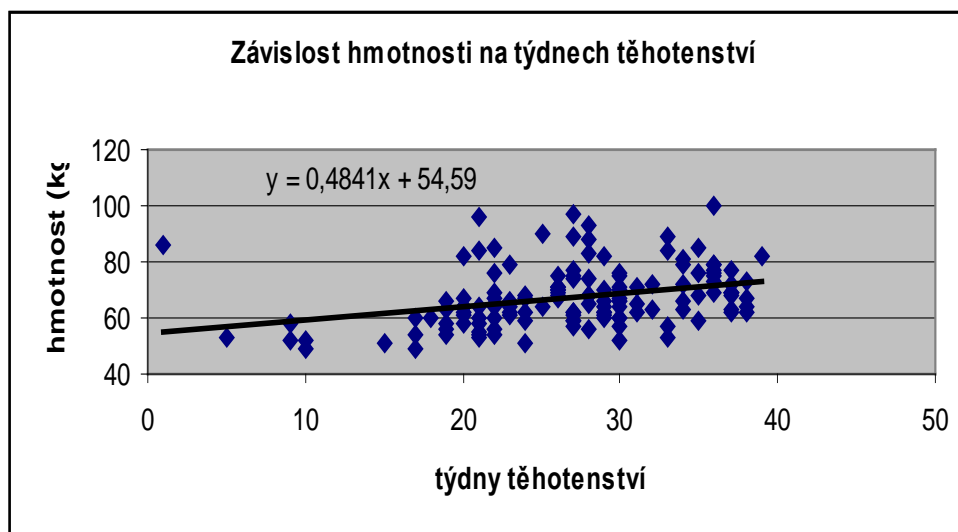
**Tabulka 9:** Korelace mezi pregravidní hmotností (kg) a TEE

Pregravidní hmotnost (kg)	Týdny těhotenství		
	<b>Do 13. TT</b>	<b>14. - 26. TT</b>	<b>od 26. TT</b>
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0064	<0.0001	<0.0001
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,9339	0,8346	0,7999

### 12.1.1.2 Vliv hmotnosti na TEE

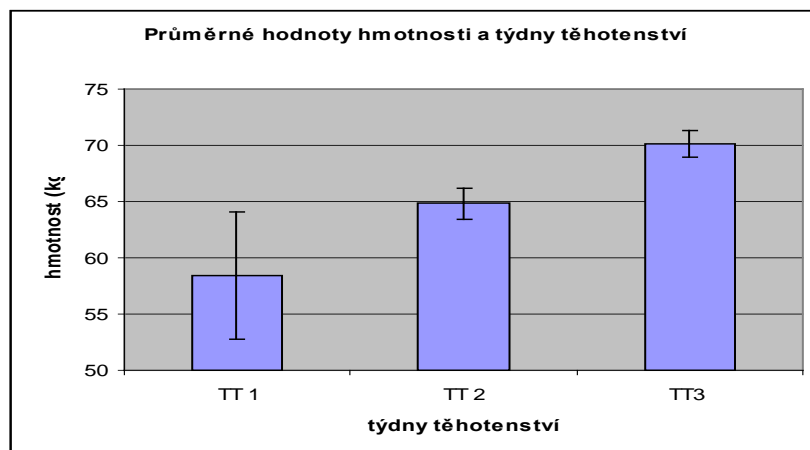
S postupem těhotenství se zvyšuje hmotnost ženy, se kterou rostou i celkové energetické nároky na vykonávání denních aktivit a udržení vitálních funkcí lidského těla. K vitálním funkcím řadíme činnost srdce, plic, zažívání, funkci ledvin, ale rovněž všechny metabolické funkce odehrávající se v každé buňce našeho organismu, ať už svalové, mozkové, či kterékoli jiné. Z výsledků je patrné, že s nárůstem týdnů těhotenství se zvyšuje hmotnost ženy **graf 7**.

**Graf 7:** Závislost hmotnosti (kg) na týdnech těhotenství



Hmotnost v průměru dosahovala  $58,5 \pm 13,8$ ,  $64,8 \pm 9,9$ ,  $70,2 \pm 10,1$  kg v prvním, druhém, třetím trimestru **graf 8, tabulka 10**. U českých těhotných žen dochází k nárůstu hmotnosti v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 10,77% a ve třetím trimestru o 20,00% v porovnání s prvním trimestrem.

**Graf 8:** Přehled průměrných hodnot hmotnosti v jednotlivých týdnech těhotenství podává následujícím graf



U žen byl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami v jednotlivých trimestrech  $p = 0,0015$ .

**Tabulka 10:** Hodnoty hmotnosti (kg) v jednotlivých týdnech těhotenství

Hmotnost (kg)	Týdny těhotenství		
	Do 13. TT	14. – 26. TT	Od 26. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	49,00	49,00	52,00
<b>Maximum</b>	86,00	96,00	100,5
<b>Aritmetický průměr</b>	58,47	64,81	70,15
<b>Směrodatná odchylka</b>	13,84	9,914	10,06
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	5,650	1,362	1,140

Vztah mezi hodnotami hmotnosti (kg) v jednotlivých intervalech týdnů těhotenství byl prokázán pomocí korelace. **tabulka 11.**

**Tabulka 11:** Korelace mezi hmotností (kg) a TEE

Hmotnost těhotenská (kg)	Týdny těhotenství		
	Do 13.TT	14. – 26. TT	od 26.TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0042	< 0,0001	< 0,0001
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,9469	0,9037	0,8667

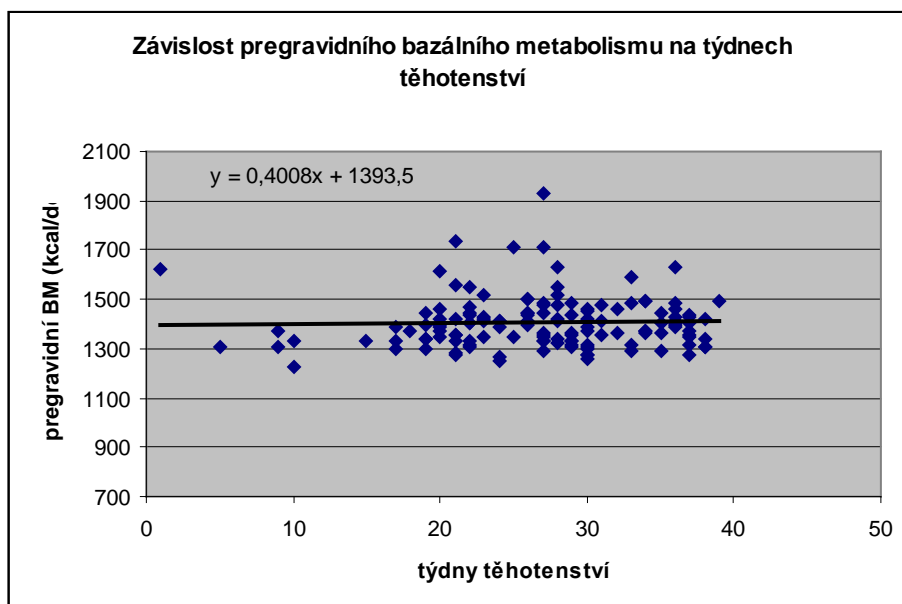
### 12.1.1.3 Vliv pregravidního bazálního metabolismu na TEE

Bazální metabolismus představuje 65 - 75% z celkového denního energetického výdeje. BMR byl vypočítán programem Energetický výdej 2 pomocí Harrise – Benediktovi rovnice.

$BMR = 655,0955 + (9,5634 \times \text{váha v kg}) + (1,8496 \times \text{výška v cm}) - (4,6756 \times \text{věk v letech})$ .

Hodnota BMR je optimální denní spotřeba energie (BMR) zvýšená o přibližný výdej energie na základě odhadnuté pohybové aktivity. Zvýšení BMR se projevuje zvýšením TEE. Závislost pregravidního BM na týdnech těhotenství **graf 9**.

**Graf 9:** Závislost pregravidního bazální metabolismus na týdnech těhotenství

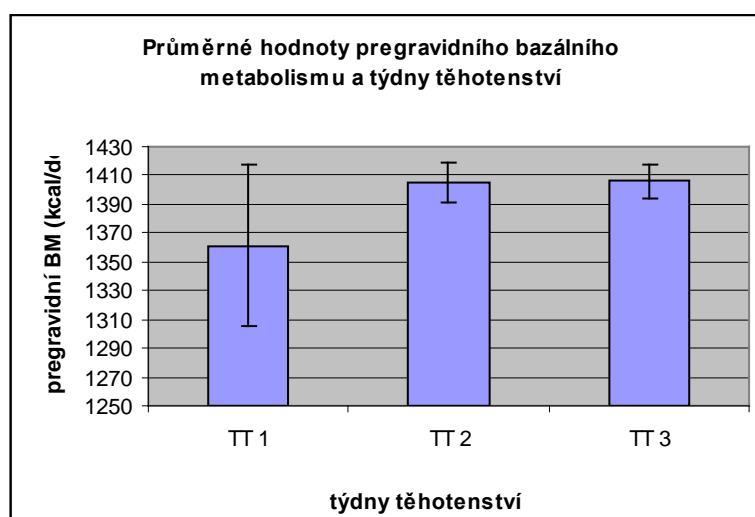


Pregravidní bazální metabolismus byl  $1361 \pm 137,7$ ;  $1405 \pm 97,28$ ;  $1406 \pm 107,4$  kcal/den pro první, druhý a třetí trimestr. Průměrná hodnota bazálního metabolismu pro všechny sledované ženy před těhotenstvím činila  $1404 \pm 104,6$  kcal/den. Přehled průměrných hodnot pregravidního bazálního metabolismu je v následujícím **grafu 10, tabulka 12**.

**Tabulka 12:** Hodnoty pregravidního bazálního metabolismu (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

Pregravidní bazální metabolismus (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	do 13. TT	14. -26. TT	od 27. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	1226	1247	1259
<b>Maximum</b>	1624	1735	1933
<b>Aritmetický průměr</b>	1361	1405	1406
<b>Směrodatná odchylka</b>	137,7	97,28	107,4
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	56,23	13,36	12,16

**Graf 10 :** Průměrné hodnoty pregravidního bazálního metabolismu (kcal/den)



Neprokázali jsme ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami v jednotlivých trimestrech na hladinách významnosti  $p = 0,5880$ .

**Tabulka 13** ukazuje nárůst BM žen rozdělených do jednotlivých trimestrů těhotenství z hodnoty pregravidního BM na těhotenský BM. Ženy v prvním trimestru zvýšily BM o  $70 \pm 4,5$  kcal/den, ženy v druhém trimestru  $138 \pm 16,32$  kcal/den, ženy v třetím trimestru  $259 \pm 61,9$  kcal/den.

**Tabulka 13:** Porovnání BM (kcal/den) hodnot v těhotenství a před těhotenstvím

	<b>1. trimestr</b>	<b>2. trimestr</b>	<b>3. trimestr</b>
<b>BM těhotných žen</b>	1431 ± 142,2	1543 ± 113,6	1764 ± 120,5
<b>Pregravidní BM vypočítaný Z Herrise-Benedikte rovnice</b>	1361 ± 137,7	1405 ± 97,28	1406 ± 107,4

Vztah mezi hodnotami pregravidního BM v jednotlivých intervalech týdnů těhotenství a TEE byl prokázán pomocí korelace **tabulka 14**.

**Tabulka 14:** Korelace mezi pregravidním bazálním metabolismem a TEE

Pregravidní bazální metabolismus (kcal/den)	<b>Týdny těhotenství</b>		
	<b>do 13. TT</b>	<b>14. -26. TT</b>	<b>od 27. TT</b>
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0053	<0.0001	<0.0001
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,9398	0,5821	0,7542

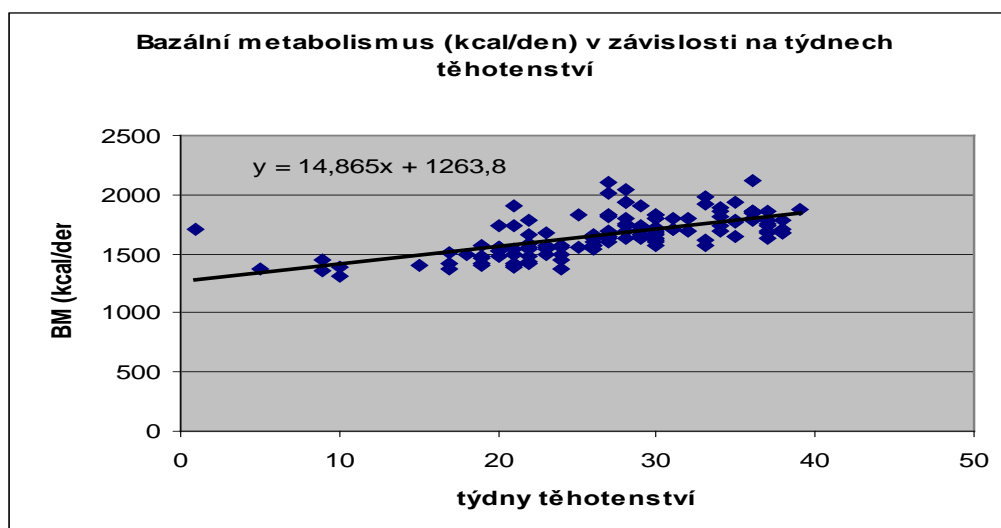


### 12.1.1.4 Vliv bazálního metabolismu (BMR, kcal/den) na TEE

Energetické nároky během těhotenství rostou a s nimi roste i bazální metabolismus. Zvýšení BMR je způsobeno zvýšenou kyslíkovou spotřebou, zvýšenou prací respektující mateřský obvod, zvýšením dýchacích a renálních funkcí a zvýšenou hmotou tkáně. BMR vypočítaný z programu Energetický výdej 2 je vypočítaný pomocí Harrise – Benediktovi rovnice pro negravidní nekojící ženy. Tyto hodnoty byly vynásobeny multiplikačními faktory pro dané trimestry ( 1,035; 1,062; 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr).

Z **grafu 11** je patrné, že dochází k zvyšování BM v průběhu těhotenství. Nejvyšších hodnot dosahuje BM v posledním trimestru.

**Graf 11:** Závislost BM (kcal/den) na týdnech těhotenství



Korelací jsme prokázali, že BM souvisí s TEE **tabulka 15**.

**Tabulka 15:** Korelace mezi BM (kcal/den) a TEE

Bazální metabolismus (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	do 13. TT	14. -26. TT	od 26. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0028	< 0,0001	< 0,0001
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,9561	0,8933	0,8209

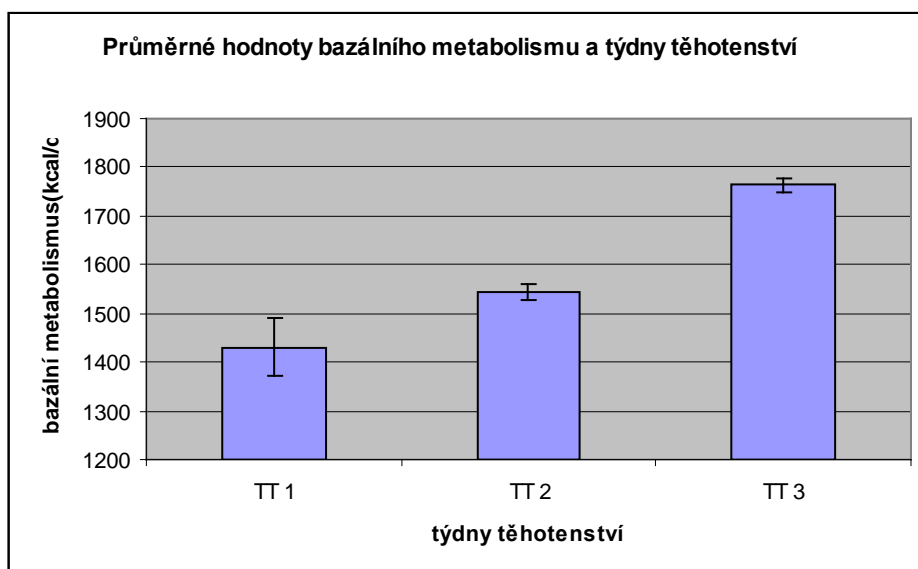
Shrnutí údajů o BM (kcal/den) ukazuje následující **tabulka 16**.

**Tabulka 16:** Hodnoty BM (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

Bazální metabolismus (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	do 13. TT	14. -26. TT	od 26. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	1313	1366	1574
<b>Maximum</b>	1706	1903	2121
<b>Aritmetický průměr</b>	1431	1543	1764
<b>Směrodatná odchylka</b>	142,2	113,6	120,5
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	58,07	15,46	13,64

Přehledný nárůst průměrných hodnot BM (kcal/den) v jednotlivých trimestrech ukazuje následující **graf 12**. Průměrná hodnota bazálního metabolismu pro všechny sledované ženy po celou dobu těhotenství činila  $1663 \pm 166,5$  kcal/den. U těhotných žen dochází k nárůstu bazálního metabolismu v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 7,83% a ve třetím trimestru o 23,27% v porovnání s prvním trimestrem.

**Graf 12:** Průměrné hodnoty BM (kcal/den) a týdny těhotenství



Prokázali jsme ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami v jednotlivých trimestrech na hladinách významnosti  $p < 0.0001$

### 12.1.1.5 Vliv spánku (kcal) na TEE

Těhotná žena je více fyzicky a psychicky zatížená a lze očekávat nárůst odpočinkových aktivit jako spánek. Na základě získaných hodnot jsme dokázali korelaci závislosti spánku na TEE **tabulka 17**.

**Tabulka 17:** Korelace mezi spánkem (kcal) a TEE

Spánek (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	do 13. TT	14. – 26. TT	od 27. TT
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0253	<0.0001	<0.0001
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,8671	0,8390	0,4787

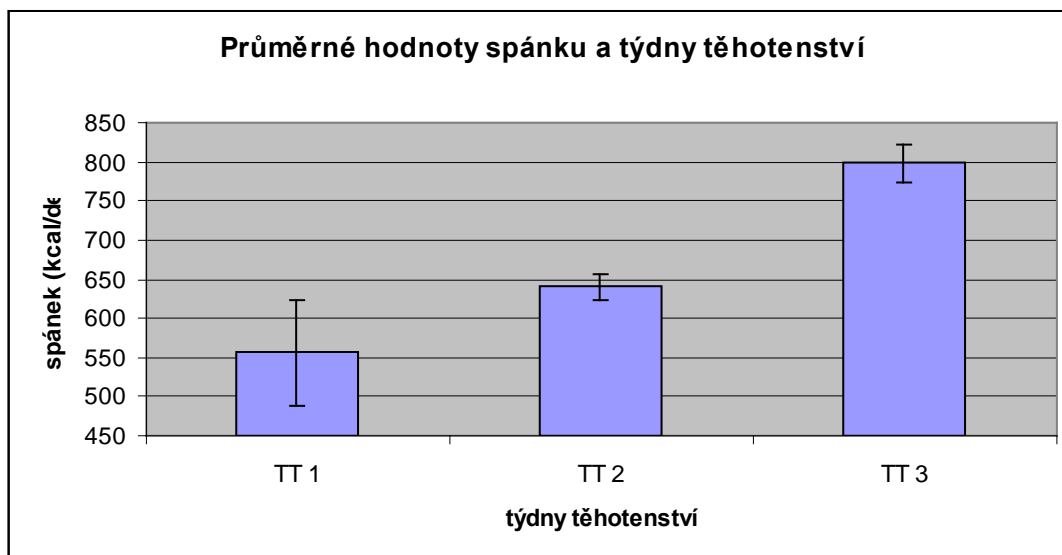
Ženy postupně během jednotlivých trimestrů těhotenství zvýšily dobu, kterou trávily spánkem **tabulka 18**. Průměrně sledované ženy odpočívaly  $560,0 \pm 73,99$  min/den.

**Tabulka 18:** Počet strávených minut spánkem

	1. trimestr	2. trimestr	3. trimestr
<b>Spánek (min)</b>	$536,4 \pm 50,4$	$548,1 \pm 66,6$	$569,8 \pm 79,1$

Přehledný nárůst průměrných hodnot spánku (kcal/den) a (min/den) v jednotlivých trimestrech ukazují následující **grafy 13**. Průměrná hodnota spánku pro všechny sledované ženy po celou dobu těhotenství činila  $641,5 \pm 126,9$  kcal/den.

**Graf 13:** Průměrné hodnoty spánku (kcal/den) a týdny těhotenství



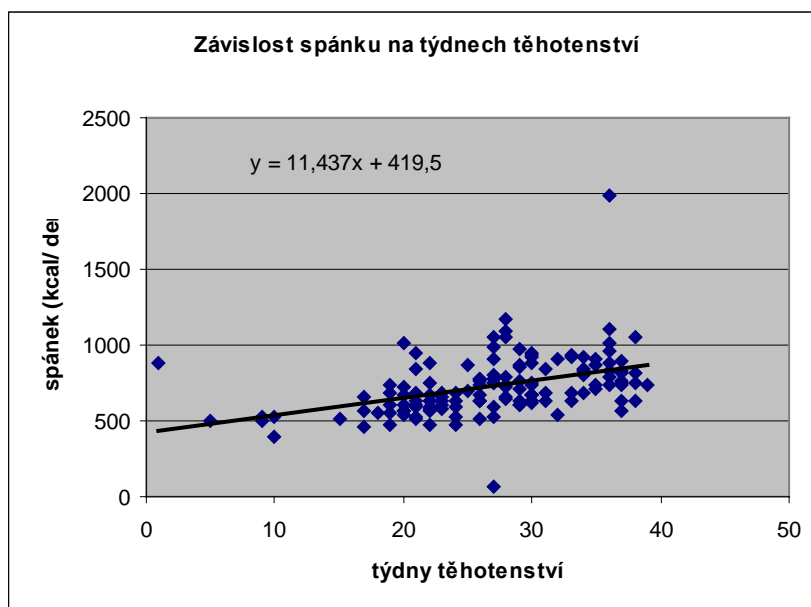
U žen byl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami spánku (kcal/den) v jednotlivých trimestrech  $p < 0.0001$ .

Ženy spotřebovaly spánkem  $556,2 \pm 166,5$ ;  $640,5 \pm 118,6$ ;  $798,0 \pm 213,2$  kcal/den v prvním, druhém a třetím trimestru **tabulka 19, graf 14**. U těhotných žen dochází k nárůstu spánku v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 15,2% a ve třetím trimestru o 43,5% v porovnání s prvním trimestrem.

**Tabulka 19:** Hodnoty spánku (kcal) v jednotlivých týdnech těhotenství

Spánek (kcal/den)	Týdny těhotenství		
	do 13. TT	14. – 26. TT	od 27. TT
<b>Počet hodnot</b>	6	53	78
<b>Minimum</b>	399,1	466,0	70,06
<b>Maximum</b>	882,0	1015	1986
<b>Aritmetický průměr</b>	556,2	640,5	798,0
<b>Směrodatná odchylka</b>	166,5	118,6	213,2
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	67,99	16,29	24,14

**Graf 14:** Závislost spánku (kcal/den) na týdnech těhotenství



### **12.1.2 Ženy rozděleny do BMI skupin**

Vyhodnocování a sledování jednotlivých parametrů a aktivit bylo rozdělením žen do jednotlivých BMI skupin.

1.skupina: do 19,9

2.skupina: od 20 – 26

3.skupina: nad 26

Ženy, které vyplňovaly dotazníky měly různé hodnoty BMI. V první skupině 13 žen, v druhé skupině 78 žen, v třetí skupině 45 žen. V následujících grafech jsou jednotlivé BMI skupiny do 19,9; 20 – 26; nad 26 značeny BMI 1; BMI 2; BMI 3.

### 12.1.2.1 Vliv hmotnosti (kg) na TEE dle BMI

Jelikož je těhotenství provázáno hmotnostním nárůstem jak plodu, tak mateřských tkání, je zřejmé, že se BMI bude v průběhu těhotenství zvyšovat. Body mass index (BMI) je parametrem hodnocení hmotnosti člověka. Vypočítá se podle vzorce:

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

Optimální tělesná hmotnost má být v rozmezí BMI 20 - 25.

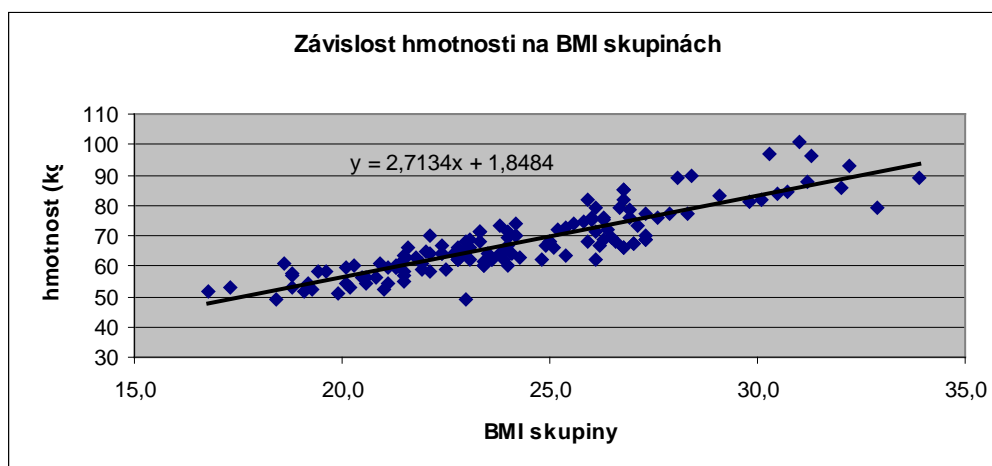
Mezi hodnotami hmotnosti (kg) v jednotlivých BMI skupinách byla prokázána korelace viz **tabulka 20**.

**Tabulka 20:** Korelace TEE (kcal/den) na hmotnosti

Hmotnost (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
Počet	13	78	45
Pearsonův koeficient	0,7582	0,7715	0,7887
p hladina významnosti statistické korelace	0,0027	< 0,0001	< 0,0001

Vliv BMI skupin na hmotnost ukazuje následující **graf 15**. Který ukázal, že se lineárně zvyšuje hmotnost žen (dle BMI skupin).

**Graf 15:** Závislost hmotnost (kg) na BMI skupinách



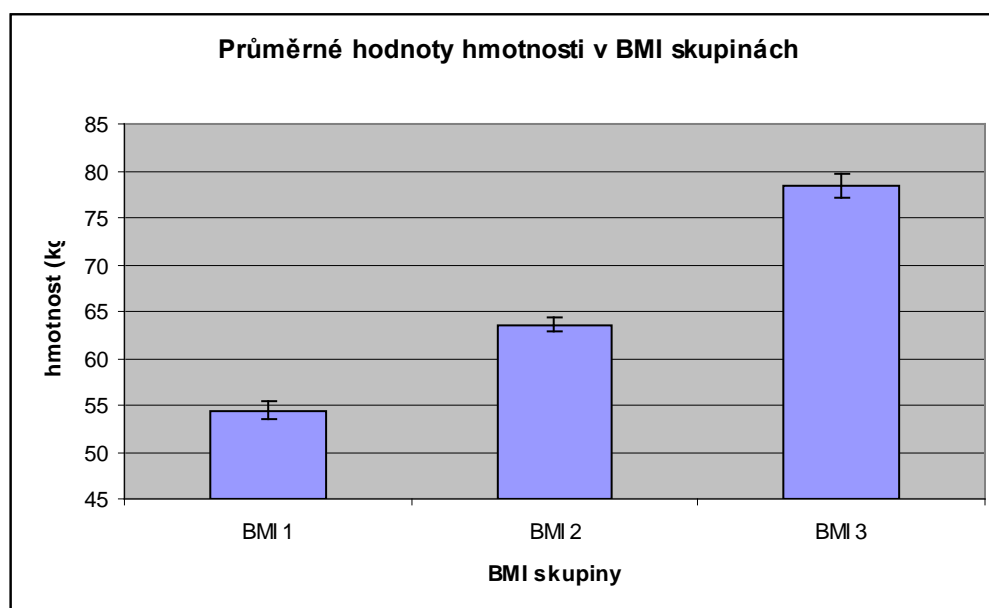


Hmotnost byla  $54,39 \pm 3,547$ ;  $63,59 \pm 5,936$ ;  $78,40 \pm 9,106$  kg pro BMI do 19,9; 20 – 26; nad 26. U těhotných žen dochází k nárůstu hmotnosti v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 16,9% a v BMI skupině nad 26 o 44,1% v porovnání s BMI skupinou do 19,9. V naší studii převažovaly ženy s BMI (20 – 26), které je stanoveno jako optimální hodnota. Bylo 13 žen, které vykazovaly nízké BMI (do 19,9), které ukazuje nízkou hmotnost v těhotenství a 45 žen s nadváhou BMI (nad 26). Vyjádření těhotenských hmotností viz **graf 16, tabulka 21**.

**Tabulka 21:** Hodnoty hmotnosti (kg) v BMI skupinách

Hmotnost (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Minimum</b>	49,00	49,00	62,00
<b>Median</b>	53,00	63,50	77,00
<b>Maximum</b>	61,00	82,00	100,5
<b>Aritmetický průměr</b>	54,39	63,59	78,40
<b>Směrodatná odchylka</b>	3,547	5,936	9,106
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	0,9837	0,6679	1,358

**Graf 16:** Průměrné hodnoty hmotnosti (kg) v BMI skupinách



U žen byl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami hmotnosti (kg) v jednotlivých BMI skupinách  $p < 0.0001$ .

### 12.1.2.2 Vliv BMI (kg/m<sup>2</sup>) na TEE

Během těhotenství dochází k zvyšování hmotnosti a tím i BMI. S rostoucím BMI (kg/m<sup>2</sup>) stoupá celkový energetický výdej TEE (kcal/den) viz **tabulka 22**.

**Tabulka 22:** Přehled výsledků celkového energetického výdeje (kcal/den) v jednotlivých skupinách BMI

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	TEE (kcal/den)
<b>Do 19,9</b>	2295 ± 239,3
<b>20 -26</b>	2800 ± 383,3
<b>Nad 26</b>	3554 ± 552,6

U těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 22% a v BMI skupině nad 26 o 54,9% v porovnání s BMI skupinou do 19,9.

Mezi hodnotami BMI (kg/m<sup>2</sup>) v jednotlivých BMI skupinách byla prokázána korelace viz **tabulka 23**.

**Tabulka 23:** Korelace TEE (kcal/den) na BMI (kg/m<sup>2</sup>)

BMI (kg/ m <sup>2</sup> )	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,5660	0,5576	0,6203
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0438	< 0,001	< 0,001

Průměrně ženy dosahovaly 18,77 ± 0,8731, 22,95 ± 1,597, 28,08 ± 2,172 BMI v jednotlivých BMI skupinách viz **tabulka 24**. Nejvíce žen 78 bylo v BMI skupině s optimálním BMI.

**Tabulka 24:** Hodnoty BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) v BMI skupinách

BMI	BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Minimum</b>	16,80	20,10	26,00
<b>Median</b>	18,80	23,00	27,00
<b>Maximum</b>	19,90	26,30	33,90
<b>Aritmetický průměr</b>	18,77	22,95	28,08
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,8731	1,597	2,172
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	0,2422	0,1797	0,3237

### 12.1.2.3 Vliv spánku (kcal/den) na TEE

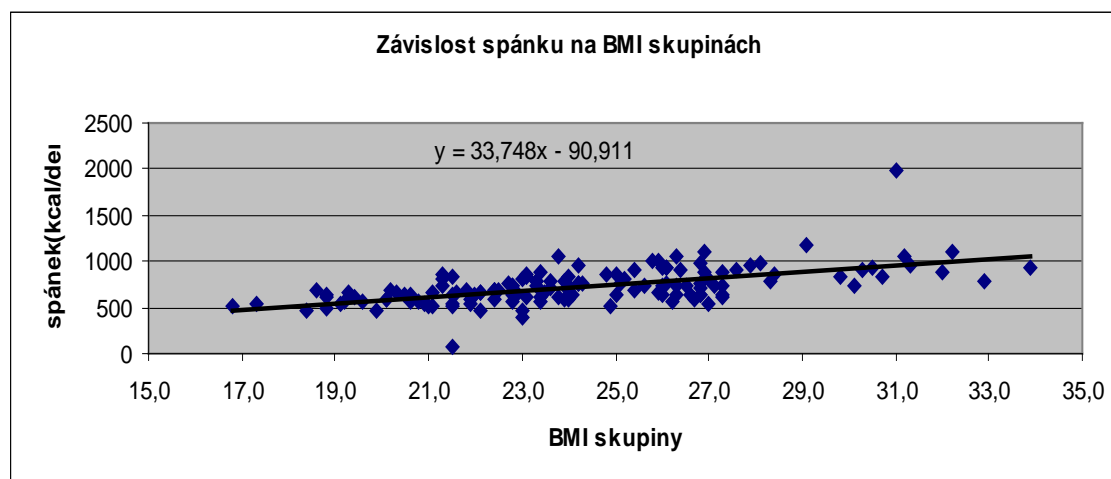
Mezi hodnotami spánku (kcal/den) v jednotlivých BMI skupinách byla prokázána korelace viz **tabulka 25**.

**Tabulka 25:** Korelace TEE (kcal/den) na spánku

Spánek (kcal/den)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
Počet	13	78	45
Pearsonův koeficient	0,7675	0,3580	0,5178
p hladina významnosti statistické korelace	0,0022	0,0013	0,0003

Vliv BMI skupin na spánek ukazuje následující **graf 17**. Který ukázal, že se lineárně zvyšuje výdej energie ve spánku se zvyšující se hmotností ženy (dle BMI skupin).

**Graf 17:** Závislosti spánku (kcal/den) na BMI skupinách

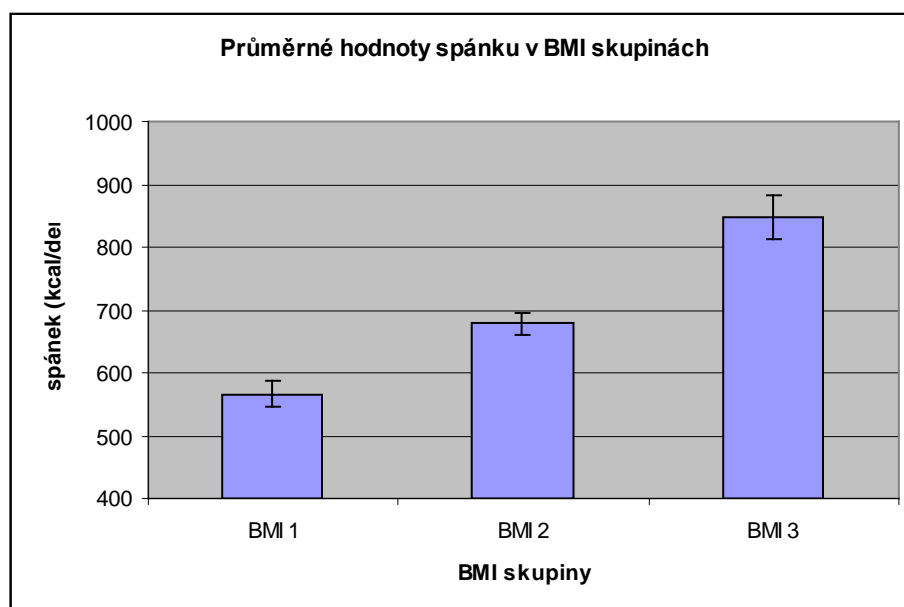


Spánek byl  $565,5 \pm 73,06$ ;  $677,8 \pm 146,0$ ;  $849,0 \pm 234,0$  kcal/den pro BMI do 19,9; 20 – 26; nad 26 **tabulka 26**. U těhotných žen dochází k nárůstu spánku v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 19,9% a v BMI skupině nad 26 o 50,1% v porovnání s BMI skupinou do 19,9. Ženy, které mají normální a nebo vyšší BMI, to znamená, že mají vyšší hmotnost spálí více energie při odpočinku jako je spánek **graf 18**.

**Tabulka 26:** Hodnoty spánku (kcal/den) v BMI skupinách

Spánek (kcal/den)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Minimum</b>	460,00	70,06	527,2
<b>Median</b>	566,1	671,0	843,4
<b>Maximum</b>	689,1	1047	1986
<b>Aritmetický průměr</b>	565,5	677,8	849,0
<b>Směrodatná odchylka</b>	73,06	146,0	234,0
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	20,26	16,43	34,88

**Graf 18:** Průměrné hodnoty spánku (kcal/den)



U žen byl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami výdeje energie ve spánku (kcal/den) v jednotlivých BMI skupinách  $p < 0.0001$ .

Dalo by se předpokládat, že hodnoty trvání spánku za den se budou v jednotlivých skupinách BMI zvyšovat. Pomocí ANOVA testu jsme dokázali, že ženy v různých BMI skupinách netráví odlišně čas spánkem během těhotenství **tabulka 27**.

**Tabulka 27:** Hodnoty spánku v (min/den) ve skupinách BMI

	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
Spánek (min/den)	561,8 ± 38,74	567,0 ± 74,67	545,5 ± 79,53

U žen nebyl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami spánku (min/den) v jednotlivých BMI skupinách  $p = 0,3009$ .

### 12.1.2.4 Vliv BM (kcal/den) na TEE

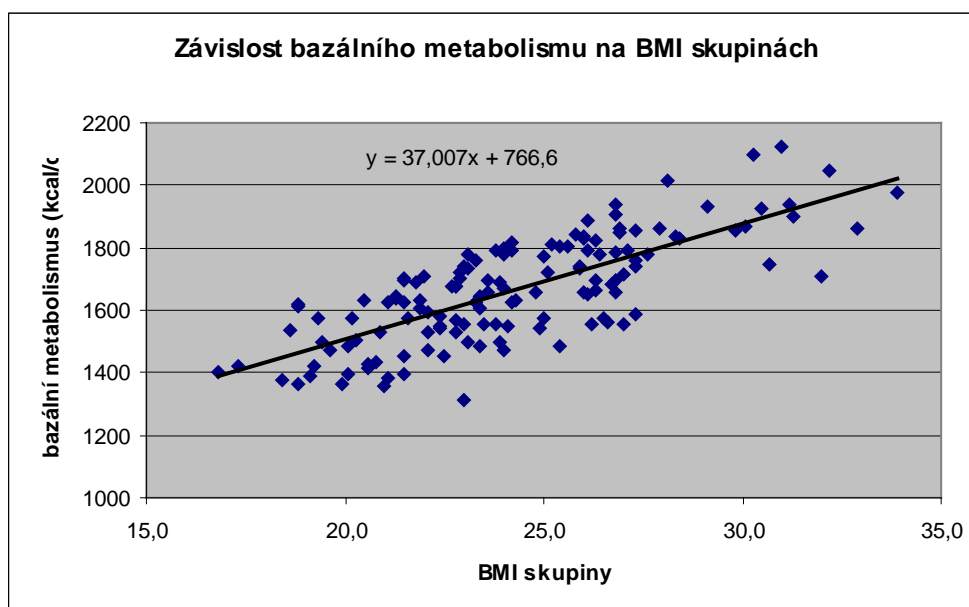
S postupem těhotenství se zvyšuje hmotnost ženy a tak, jak roste hmotnost, vzrůstají i energetické nároky organismu na pokrytí bazálních potřeb těhotné ženy. Mezi hodnotami BM (kcal/den) v jednotlivých BMI skupinách byla prokázána korelace viz **tabulka 28**. Bylo 13 žen, které vykazovaly nízké BMI (do 19,9), které ukazuje nízkou hmotnost v těhotenství a 45 žen s nadváhou BMI (nad 26). Tyto ženy mohou vykazovat riziko nízkých plodových a mateřských výdejů, co v naší studii nebylo potvrzeno.

**Tabulka 28:** Korelace TEE (kcal/den) na bazálním metabolismu

BM (kcal/den)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Pearsonův koeficient</b>	0,5909	0,7275	0,7998
<b>p hladina významnosti statistické korelace</b>	0,0335	< 0,0001	< 0,0001

Vzhledem k tomu, že BMI je přímo úměrné hmotnosti ženy, dochází k nárůstu bazálního metabolismu s rostoucím BMI, jak ukazuje **graf 19**.

**Graf 19:** Závislosti bazální metabolismus (kcal/den) na BMI skupinách



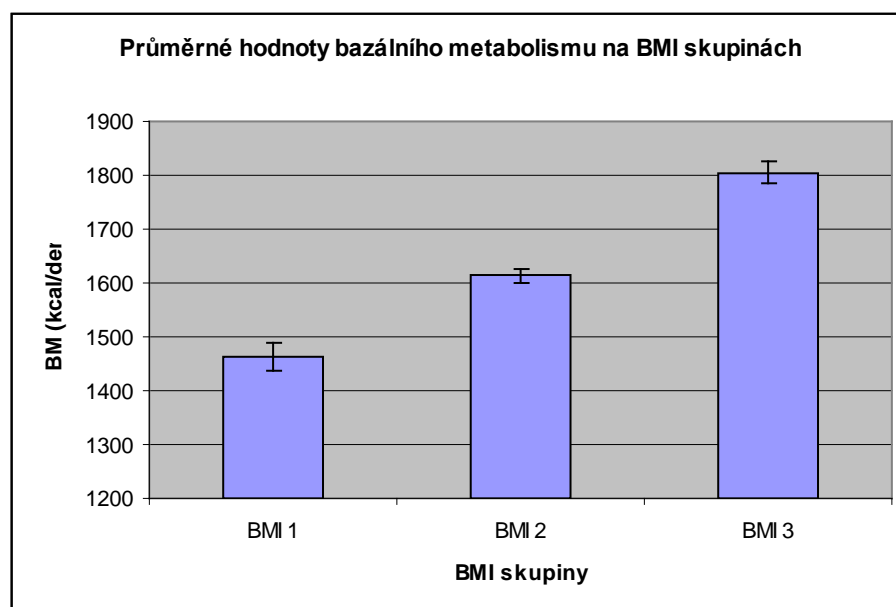


BM průměrně dosahoval  $1463 \pm 92,98$ ;  $1641 \pm 118,2$ ;  $1805 \pm 140,6$  kcal/den v BMI skupinách do 19,9; 20 – 26; nad 26 v **tabulce 29**. U těhotných žen dochází k nárůstu BM v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 12,2% a v BMI skupině nad 26 o 23,4% v porovnání s BMI skupinou do 19,9. Přehled průměrných hodnot BM v jednotlivých BMI skupinách podává následující **graf 20**.

**Tabulka 29:** Hodnoty BM (kcal/den) v BMI skupinách

BM (kcal/den)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
	Do 19,9	20 -26	Nad 26
<b>Počet</b>	13	78	45
<b>Minimum</b>	1366	1360	1554
<b>Median</b>	1423	1628	1828
<b>Maximum</b>	1620	1846	2121
<b>Aritmetický průměr</b>	1463	1614	1805
<b>Směrodatná odchylka</b>	92,98	118,2	140,6
<b>Odchylka aritmetického průměru</b>	25,79	13,30	20,97

**Graf 20:** Průměrné hodnoty BM (kcal/den) v BMI skupinách



U žen byl prokázán ANOVA testem statisticky významný rozdíl mezi hodnotami bazálního metabolismu (kcal/den) v jednotlivých BMI skupinách  $p < 0.0001$ .

## 12.2 Závislost týdnů těhotenství, hmotnosti, BM na vybraných parametrech

### 12.2.1 Závislost týdnů těhotenství na vybraných parametrech

**Tabulka 30:** Korelace mezi týdny těhotenství a sledovanými parametry a aktivitami u všech žen

Týdny těhotenství	Počet párů	Pearsonův koeficient r	95% konfidenční interval	p hladina významnosti
Hmotnost	137	0,3324	0.1743 až 0.4737	P<0.0001
BMI (kg/ m <sup>2</sup> )	137	0,3202	0.1611 až 0.4631	0,0001
BM (kcal/den)	137	0,3036	0.1431 až 0.4485	0,0003
TEE (kcal/den)	137	0,2700	0.1071 až 0.4188	0,0014
Čtení	120	0,2039	0.0256 až 0.3697	0,0255
Hygiena ranní a večere	135	0,3194	0.1590 až 0.4634	0,0002
Jídlo vsedě	137	0,4278	0.2802 až 0.5557	P<0.0001
Mytí nádobí	72	0,2546	0.0243 až 0.4592	0,0309
Mytí oken	8	-0,8296	-0.968 až -0.3005	0,0108
Nákup	127	0,2826	0.1140 až 0.4354	0,0013
Odpočinek doma mimo spánek	131	0,1986	0.0280 až 0.3579	0,0230
Plavání –rekreační tempo (průměr)	12	0,6050	0.0474 až 0.8751	0,0372
Žehlení	85	0,2650	0.0549 až 0.4526	0,0142
Vaření	137	0,4294	0.2820 až 0.5571	P<0.0001
Úřednická práce	28	-0,4062	-0.677 až 0.03894	0,0320
Úklid běžný	127	0,2585	0.0882 až 0.4141	0,0033
Spánek	137	0,4202	0.2716 až 0.5493	P<0.0001
Sledování televize	137	0,3407	0.1834 až 0.4810	P<0.0001
Praní ruční	28	0,4908	0.1440 až 0.7302	0,0080

## 12.2.2 Závislost hmotnosti (kg) na vybraných parametrech

**Tabulka 31:** Korelace mezi hmotností (kg) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna korelace

Hmotnost (kg)	Počet párů	Pearsonův koeficient	95% konfidenční interval	Hladina významnosti P	Významnost korelace
Výška	137	0,4019	0.2517 až 0.5332	P < 0,0001	Ano
BMI	137	0,2131	0.0470 až 0.3677	0,0124	Ano
Týden	137	0,2440	0.07946 až 0.3955	0,0041	Ano
BM (kcal/ den)	137	0,8716	0.8246 až 0.9067	P < 0,0001	Ano
Cesta autem	102	0,3748	0.1944 až 0.5306	0,0001	Ano
Domácí práce	66	0,3061	0.06917 až 0.5104	0,0124	Ano
Hygiena ranní a večerní	137	0,4184	0.2689 až 0.5481	P < 0,0001	Ano
Jídlo vsedě	137	0,5219	0.3886 až 0.6337	P < 0,0001	Ano
Luxování	20	0,5804	0.1854 až 0.8139	0,0073	Ano
Nákup	128	0,3050	0.1387 až 0.4545	0,0005	Ano
Návštěva přátel nebo u přátel	133	0,2473	0.08038 až 0.4007	0,0041	Ano
Sledování televize	137	0,2655	0.1017 až 0.4153	0,0018	Ano
Spánek	137	0,6119	0.4945 až 0.7074	P < 0,0001	Ano
Stlaní	4	0,9997	0.9872 až 1.000	0,0003	Ano
Úřednická práce	28	0,4089	0.04222 až 0.6786	0,0307	Ano
Utírání prachu	10	-0,6891	-0.9197 až -0.1048	0,0275	Ano
Vaření	137	0,3677	0.2125 až 0.5048	P < 0,0001	Ano
Pregravidní BM	137	0,6202	0.5050 až 0.7137	P < 0,0001	Ano
TEE (kcal/den)	137	0,6977	0.6002 až 0.7748	P < 0,0001	Ano
Pregravidní hmotnost	137	0,2025	0.03598 až 0.3581	0,0176	Ano

### 12.2.3 Závislost BM (kcal) na vybraných parametrech

**Tabulka 32:** Korelace mezi BM (kcal) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna, pozitivní korelace

<b>BM (kcal/den)</b>	Počet hodnot	Pearsonův koeficient	95% konfidenční interval	p hladina významnosti	Významnost korelace
Výška	137	0,3670	0.2129 až 0.5033	P < 0,0001	Ano
Hmotnost	137	0,8716	0.2129 až 0.5033	P < 0,0001	Ano
BMI	137	0,7606	0.6799 až 0.8231	P < 0,0001	Ano
Pregravidní hmotnost	137	0,6549	0.5477 až 0.7409	P < 0,0001	Ano
Týden	137	0,6469	0.5379 až 0.7346	P < 0,0001	Ano
Cesta autem	102	0,3048	0.1172 až 0.4714	0,0018	Ano
TEE	137	0,6270	0.5123 až 0.7198	P < 0,0001	Ano
Hygiena ranní a večerní	137	0,4290	0.2809 až 0.5571	P < 0,0001	Ano
Jídlo vsedě	137	0,5773	0.4540 až 0.6789	P < 0,0001	Ano
Žehlení	84	0,3071	0.09785 až 0.4904	0,0047	Ano
Nákup	128	0,3700	0.2099 až 0.5108	P < 0,0001	Ano
BM před těhotenské	137	0,4185	0.2685 až 0.5487	P < 0,0001	Ano
Vaření	137	0,4056	0.2540 až 0.5377	P < ,0001	Ano
Návštěva sportovních utkání	5	0,9257	0.2367 až 0.9952	0,0240	Ano
Sledování televize	137	0,3494	0.1917 až 0.4895	P < 0,0001	Ano
Spánek	137	0,6152	0.4980 až 0.7103	P < ,0001	Ano
Sport	11	0,6155	0.02461 až 0.8877	0,0438	Ano
Návštěva přátel	133	0,2372	0.06975 až 0.3916	0,0060	Ano

## 12.2.4 Závislost BMI (kg/m<sup>2</sup>) na vybraných parametrech

**Tabulka 33:** Korelace mezi BMI (kg/m<sup>2</sup>) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna korelace

BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Počet párů	Pearsonův koeficient	95% konfidenční interval	Hladina významnosti p	Významnost korelace
Hmotnost (kg)	137	0,8799	0.8355 až 0.9129	P<0.0001	Ano
BM (kcal/den)	137	0,8246	0.7623 až 0.8718	P<0.0001	Ano
Pregravidní hmotnost (kg)	137	0,7422	0.6561 až 0.8092	P<0.0001	Ano
Týden	137	0,3202	0.1611 až 0.4631	0,0001	Ano
Počet sledovaných dnů	137	0,2198	0.0540 až 0.3737	0,0099	Ano
TEE (kcal/den)	137	0,8088	0.7417 až 0.8599	P<0.0001	Ano
Cesta autem	101	0,3094	0.1212 až 0.4761	0,0016	Ano
Domácí práce	66	0,2867	0.04795 až 0.4945	0,0196	Ano
Hygiena ranní a večerní	137	0,4493	0.3045 až 0.5738	P<0.0001	Ano
Jídlo v sedě	137	0,4552	0.3112 až 0.5788	P<0.0001	Ano
Nákup	127	0,3289	0.1641 až 0.4759	0,0002	Ano
Návštěva přátel nebo u přátel	133	0,2030	0.03391 až 0.3608	0,0191	Ano
Návštěva přátel nebo u přátel	133	0,2030	0.03391 až 0.3608	0,0191	Ano
Plavání – rekreační tempo	12	0,5826	0.01324 až 0.8668	0,0467	Ano
Práce na počítači	79	0,2415	0.02145 až 0.4392	0,0320	Ano
Sezení v klidu	4	- 0,9727	-0.9995 až -0.1779	0,0273	Ano
Sledování televize	137	0,3057	0.1454 až 0.4503	0,0003	Ano
Spánek	137	0,6220	0.5071 až 0.7151	P<0.0001	Ano
Úřednická práce	28	0,4815	0.1321 až 0.7245	0,0095	Ano
Vaření	137	0,2988	0.1379 až 0.4443	0,0004	Ano
Žehlení	85	0,2887	0.08043 až 0.4727	0,0074	Ano
Pregravidní BM	137	0,6702	0.5661 až 0.7533	P<0.0001	Ano

## 13. Diskuse

Cílem naší studie bylo stanovit celkový energetický výdej u těhotných žen v průběhu těhotenství a porovnat výsledky s výsledky dostupných studií. Hlavní téma našeho sledování byl celkový energetický výdej (TEE) kcal/den a bazální metabolismus (BM) v kcal/den.

Během jednoho roku bylo vyhodnoceno celkem 137 těhotných žen v různém trimestru těhotenství.

S postupem těhotenství se zvyšuje hmotnost ženy, se kterou rostou i celkové energetické nároky na vykonávání denních aktivit a udržení vitálních funkcí lidského těla. Hmotnost během těhotenství se zvyšovala  $58,5 \pm 13,8$ ,  $64,8 \pm 9,9$ ,  $70,2 \pm 10,1$  kg v prvním, druhém, třetím trimestru. Hmotnost se zvyšovala  $54,39 \pm 3,547$ ;  $63,59 \pm 5,936$ ;  $78,40 \pm 9,106$  kg pro BMI skupiny do 19,9; 20 – 26; nad 26. U českých těhotných žen dochází k nárůstu hmotnosti v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 10,77% a ve třetím trimestru o 20,00% v porovnání s prvním trimestrem a také dochází k nárůstu hmotnosti v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 16,9% a v BMI skupině nad 26 o 44,1% v porovnání s BMI skupinou do 19,9.

V zahraničních studiích pro dobře živěné ženy je těhotenský váhový přírůstek 12,67 kg. Pro 0. -10. týden těhotenství je 0,84 kg, 10. – 20. týden těhotenství 3,36 kg, 20. – 30. týden těhotenství 4,48 kg a 30. – 40. týden těhotenství 3,99 kg (Butte N. F. et al, 2005). Nizozemské ženy přibraly do 10.týdne těhotenství 1,1 kg a jejich celkový váhový přírůstek byl 10,5 kg. ( Raaij van J.M. et al, 1987). Průměrný váhový přírůstek byl pro skotské ženy (od 10. týdne do 40. týdne těhotenství ) 11,7 kg ( Durmin J. V. et al, 1987). Pro rozvojové země je těhotenský váhový přírůstek nižší. V Indii je 6,5 – 7,0 kg ([www.fao.org/doc.](http://www.fao.org/doc/), 1981). Egyptské ženy přibraly za celé těhotenství ( $7,8 \pm 3,5$  kg), keňské ženy ( $6,4 \pm 3,4$  kg) a mexické ženy ( $7,7 \pm 3,8$  kg), ([www.unu.edu](http://www.unu.edu), 2007). U thajských žen byl váhový přírůstek od 10. týdne těhotenství do porodu 8,9 kg s jednotným poměrem okolo 0,3 kg/týdně (Thongprasert K. et al, 1987).

Hlavní parametr charakterizující fyziologickou adaptaci mateřského organismu na zvýšené energetické potřeby je bazální metabolismus. Zvýšení bazálního metabolismu je způsobeno zvýšenou kyslíkovou spotřebou, zvýšenou prací respektující mateřský obvod, zvýšením dýchacích a renálních funkcí a zvýšenou hmotou tkáně.

Bazální metabolismus (BM) uvedený softwarem je vypočítaný pomocí Harris - Benediktovy rovnice pro negravidní ženy. Tento BM byl vynásoben multiplikačními faktory dle trimestru těhotenství 1,035; 1,062; 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr pro reálný BM těhotných žen. Multiplikační faktory byly převzaty ( Hronek et al, 2007).

Průměrný bazální metabolismus pro naše sledované ženy byl  $1663 \pm 166,5$  kcal/den. S postupujícím těhotenstvím se zvyšují hodnoty bazálního metabolismu  $1431 \pm 142,2$  kcal/den v prvním trimestru (do 13. týdne těhotenství),  $1543 \pm 113,6$  kcal/den v druhém trimestru (od 14. do 26. týdne těhotenství) a  $1764 \pm 120,5$  kcal/den v třetím trimestru (od 26. týdne těhotenství). U těhotných žen dochází k nárůstu bazálního metabolismu v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 7,83% a ve třetím trimestru o 23,27% v porovnání s prvním trimestrem. V naší studii byl také bazální metabolismus hodnocen rozdělením žen do BMI skupin. BM průměrně dosahoval  $1463 \pm 92,98$ ;  $1641 \pm 118,2$ ;  $1805 \pm 140,6$  kcal/den v BMI skupinách do 19,9; 20 – 26; nad 26, co ukazuje také na nárůst BM ve vzrůstajících BMI skupinách. . U těhotných žen dochází k nárůstu bazálního metabolismu v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 12,2% a v BMI skupině nad 26 o 23,4% v porovnání s BMI skupinou do 19,9.

Srovnáme-li naši studii se zahraniční literaturou, docházelo během těhotenství k nárůstu BM obdobně jako v zahraničních studiích ve Skotsku 1505 kcal/den první trimestr, 1552,8 kcal/den druhý trimestr a 1743,9 kcal/den třetí trimestr, Anglie 1505, 1528,9 a 1720 kcal/den první, druhý a třetí trimestr, Nizozemí 1561,7, 1481,1 a 1576,7 kcal/den první, druhý a třetí trimestr a v USA 1290, 1528,9 a 1696,1 kcal/den první, druhý a třetí trimestr ( Butte N. F., King J. C., 2005). Naopak v rozvojových zemích jsou v rozporu výsledky, některé země zvyšují BM během těhotenství Filipíny 1194,5, 1266,1 a 1385,6 kcal/den první, druhý a třetí trimestr a Gambie 1218,3, 1266,1 a 1337,8 kcal/den první, druhý a třetí trimestr ( Butte N. F., King J. C., 2005) a jiné studie gambijských žen ukazují, BM ubývá během první poloviny těhotenství, ale zvýší se ke konci těhotenství (Kopp- Hoolihan L.E. et al, 1999).

Naši studii můžeme srovnat s dostupnou studií Malíkové, která proběhla v České republice 2007, probíhala za stejných podmínek, vyhodnocovaly se výsledky týdenních záznamů žen, doplnily se standardy a vynásobily hodnotami multiplikačních faktorů. Ženy byly rozděleny do stejných trimestrů a BMI skupin. Studie probíhala s 248 ženami. Malíková uvedla hodnoty BM, které byly získány vynásobením pregravidního BM ze Shofieldovy rovnice a multiplikačních faktorů (1,04, 1,07 a 1,19 pro první,druhý a třetí trimestr). Naopak naše studie získala hodnoty BM z Harris - Benedictovy rovnice a multiplikačních

faktorů 1,035; 1,062 a 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr. Výsledná průměrná hodnota bazálního metabolismu za celé těhotenství byla  $1809 \pm 193$  kcal/den u Malíkové (naše studie  $1663 \pm 166,5$  kcal/den). Vyšší hodnoty BM u Malíkové jsou způsobené rozdílným výpočtem BM.

Ve studii Malíkové se BM zvyšoval postupně v trimestrech těhotenství:  $1617,73 \pm 80,23$  kcal/den první trimestr ( v naší studii  $1431 \pm 142,2$  kcal/den),  $1702,37 \pm 117,6$  kcal/den druhý trimestr (v naší studii  $1543 \pm 113,6$  kcal/den),  $1934,6 \pm 183,72$  kcal/den třetí trimestr (v naší studii  $1764 \pm 120,5$  kcal/den).

Také ve studii Malíkové došlo k zvyšování BM v jednotlivých BMI skupinách:  $1587 \pm 67$  kcal/den ( v naší studii  $1463 \pm 92,98$  kcal/den s BMI do 19,9 ),  $1755 \pm 140$  kcal/den ( v naší studii  $1641 \pm 118,2$  kcal/den s BMI do 20-26),  $1964 \pm 215$  kcal/den ( v naší studii  $1805 \pm 140,6$  kcal/den v BMI nad 26).

Společným porovnáním dat ze studie Malíkové a naší studie jsou hodnoty pregravidního BM vypočítaného dle Ferris – Benediktovy rovnice. V naší studii  $1361 \pm 137,7$  kcal/den první trimestr (Malíková  $1377,84 \pm 68,83$  kcal/den),  $1405 \pm 97,28$  kcal/den druhý trimestr (Malíková  $1411,34 \pm 84,77$  kcal/den) a  $1406 \pm 107,4$  kcal/den třetí trimestr (Malíková  $1433,39 \pm 110,77$  kcal/den).

Celkový energetický výdej vzrůstá, protože dochází k zvýšení mateřské a plodové váhy. Složkou celkového energetického výdeje je ze 70% bazální metabolismus. Energetická potřeba se v těhotenství zvýší jen asi o 15% nad pregravidní hodnotu, tedy na 2100 až 2200 kcal/denně (1 kcal = 4,186 kJ), (Machův F., 1999 ). Těhotné ženy mají vyšší potřebu energie, podporují růst a vývoj plodu, placenty a reprodukčních tkání jako je děloha a mléčné žlázy. Průměrná hodnota celkového energetického výdeje všech sledovaných žen byla  $2993 \pm 599,6$  kcal/den. V prvním trimestru byl TEE  $2415 \pm 533,9$  kcal/den, v druhém trimestru  $2719 \pm 457,3$  kcal/den a v třetím trimestru  $3223 \pm 586,5$  kcal/den. U těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 12,59% a ve třetím trimestru o 33,46% v porovnání s prvním trimestrem. Po rozdělení žen do jednotlivých BMI skupin byl TEE pro všechny BMI skupiny  $3001 \pm 601,3$  kcal/den. Pro BMI skupinu do 19,9 byl TEE  $2295 \pm 239,3$  kcal/den, pro BMI 20 – 26 byl TEE  $2800 \pm 383,3$  kcal/den a pro skupinu BMI do 26 byl TEE  $3554 \pm 532,6$  kcal/den. Porovnáme-li hodnoty naší studie se zahraniční literaturou. V normální BMI skupině se energetické požadavky zvýšily zanedbatelně v prvním trimestru, 350 kcal/den v druhém trimestru a 500 kcal/den v třetím trimestru (Butte N. F. et al, 2004). Energetický výdej nizozemských těhotných žen je navíc energie o 68323,0 kcal (1020 kJ/den) nad



pregnativní hodnotu, což je pouze o 11% nižší než teoretické odhady požadavků energie 77162,0 kcal (Raaij van J.M., 1987). Přehled TEE z rozvojových a rozvinutých zemí je v tabulkách 17, 18. (Butte N. F. et al, 2005).

Celkový energetický výdej ve studii Malíkové byl pro všechny ženy průměrně  $3108 \pm 614$  kcal/den v naší studii  $2993 \pm 599,6$  kcal/den. Ve studii Malíkové byly hodnoty do 19,9 BMI skupin  $2299 \pm 227$  kcal/den (naše studie  $2295 \pm 239,3$  kcal/den), 20 – 26 BMI skupina  $2928 \pm 453$  kcal/den (naše studie  $2800 \pm 383,3$  kcal/den), nad 26 BMI skupina  $3636 \pm 621$  kcal/den (naše studie  $3554 \pm 532,6$  kcal/den).

Těhotná žena je více fyzicky a psychicky zatížená a lze očekávat nárůst odpočinkových aktivit jako spánek. Průměrně sledované ženy odpočívaly  $560,0 \pm 73,99$  min/den. S postupem těhotenství došlo k zvýšení hodnot spánku  $536,4 \pm 50,4$  min/den v prvním trimestru,  $548,1 \pm 66,6$  min/den v druhém trimestru a  $569,8 \pm 79,1$  min/den v třetím trimestru. S postupem těhotenství dochází k mírnému vzrůstu spánku z důvodu větší obtížnosti pohybu samotné těhotné ženy. Ženy vydaly spánkem  $556,2 \pm 166,5$ ;  $640,5 \pm 118,6$ ;  $798,0 \pm 213,2$  kcal/den v prvním, druhém a třetím trimestru. U těhotných žen dochází k nárůstu spánku v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 15,2% a ve třetím trimestru o 43,5% v porovnání s prvním trimestrem. V naší studii jsme také porovnali závislost spánku v jednotlivých BMI skupinách. Skupina žen do 19,9 BMI průměrně spala  $561,8 \pm 38,74$  min/den, ženy ze skupiny BMI 20 – 26 spaly  $567,0 \pm 74,67$  min/den a ženy ze skupiny BMI nad 26 spaly  $545,5 \pm 79,53$  min/den. Dalo by se předpokládat, že ženy ze skupiny BMI nad 26 budou trávit více času odpočinkem vzhledem k jejich větší tělesné hmotnosti, ale naše studie tento závěr neprokázala. Ženy spotřebovaly spánkem  $565,5 \pm 73,06$ ;  $677,8 \pm 146,0$ ;  $849,0 \pm 234,0$  kcal/den pro BMI do 19,9; 20 – 26; nad 26. U těhotných žen dochází k nárůstu spánku v průběhu gravidity v BMI skupině 20 – 26 o 19,9% a v BMI skupině nad 26 o 50,1% v porovnání s BMI skupinou do 19,9.

Zahraníční studie uvádějí zvýšení odpočinkového energetického metabolismu u všech studovaných skupin žen, jak z rozvojových i vyspělých zemí. Kolumbijské ženy strávily odpočinkovým metabolismem  $1555,2 \pm 305,8$  kcal/den v 6,7. – 18,8. týdnu těhotenství,  $1622,1 \pm 363,1$  kcal/den v 19,0. – 29,8. týdnu těhotenství a  $1710,5 \pm 231,7$  kcal/den v 30,4. – 39,4. týdnu těhotenství (Divour D. L. et al, 1999). Švédské ženy strávily 0,97 kcal/min v prvním trimestru, 1,13 kcal/min v druhém trimestru a 1,22 kcal/min v třetím trimestru (Forsum et al, 1985). U skotských žen to bylo 0,91; 0,95; 1,01 kcal/min v prvním, druhém a třetím trimestru (Durmin et al, 1985). Americké ženy byly sledované pouze v druhém a třetím trimestru ve studii provedené Nagy and King 1983 1,01 a 1,15 kcal/min a 0,96; 1,10

kcal/min ve studii Blackburn and Calloway,1976. V rozvojových zemích studie Lawrence et al, 1984 s nesuplementovaným gambijskými ženami 0,94; 0,94 a 1,05 kcal/min v prvním, druhém a třetím trimestru a u suplementovaných gambijských žen 0,94; 0,97 a 1,10 kcal/min. K nárůstu odpočinkového metabolismu došlo i u mladistvých mexických žen. Ženy  $\leq 14$  let  $1205,9 \pm 214,8$  kcal/den v 20.týdnu těhotenství,  $1205,9 \pm 212,9$  kcal/den v 24. týdnu těhotenství a  $1203,1 \pm 196,8$  kcal/den v 28. týdnu těhotenství  $1232,9 \pm 174,9$  kcal/den v 32. týdnu těhotenství a  $1291,9 \pm 176,8$  kcal/den v 36.týdnu těhotenství. Ženy  $> 14$  let  $1140,0 \pm 179,9$  kcal/den v 20.týdnu těhotenství,  $1210,0 \pm 163,9$  kcal/den v 24. týdnu těhotenství ,  $1240,1 \pm 180,8$  kcal/den v 28. týdnu těhotenství,  $1307,9 \pm 186,8$  kcal/den v 32.týdnu těhotenství a  $1420,9 \pm 187,8$  kcal/den v 36. týdnu těhotenství.

## 14. Závěr

V naší studii českých těhotných žen jsme zjistili, že české ženy zvyšují hmotnost  $58,5 \pm 13,8$ ,  $64,8 \pm 9,9$ ,  $70,2 \pm 10,1$  kg v prvním, druhém, třetím trimestru,  $54,39 \pm 3,547$ ;  $63,59 \pm 5,936$ ;  $78,40 \pm 9,106$  kg pro BMI skupiny do 19,9; 20 – 26; nad 26. U českých těhotných žen dochází k nárůstu hmotnosti v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 10,77% a ve třetím trimestru o 20,00% v porovnání s prvním trimestrem.

Bazální metabolismus se zvyšoval  $1431 \pm 142,2$  kcal/den v prvním trimestru (do 13. týdne těhotenství),  $1543 \pm 113,6$  kcal/den v druhém trimestru (od 14. do 26. týdne těhotenství) a  $1764 \pm 120,5$  kcal/den v třetím trimestru (od 26. týdne těhotenství). U těhotných žen dochází k nárůstu bazálního metabolismus v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 7,83% a ve třetím trimestru o 23,27% v porovnání s prvním trimestrem. Rozdělením žen do BMI skupin bazální metabolismus průměrně dosahoval  $1463 \pm 92,98$ ;  $1641 \pm 118,2$ ;  $1805 \pm 140,6$  kcal/den v BMI skupinách do 19,9; 20 – 26; nad 26. U těhotných žen nedochází k nárůstu minut strávených odpočinkem v jednotlivých trimestrech těhotenství a BMI skupinách.

S nárůstem hmotnosti během těhotenství sledujeme nárůst energetického výdeje stráveného odpočinkem v týdnech těhotenství a BMI skupinách. Ženy spotřebovaly spánkem  $556,2 \pm 166,5$ ;  $640,5 \pm 118,6$ ;  $798,0 \pm 213,2$  kcal/den v prvním, druhém a třetím trimestru. Spotřeba energie spánku ženami byla  $565,5 \pm 73,06$  kcal/den do 19,9 BMI,  $677,8 \pm 146,0$  kcal/den 20 – 26 BMI a  $849,0 \pm 234,0$  kcal/den nad 26 BMI.

Celkový energetický výdej vzrůstá v prvním trimestru  $2415 \pm 533,9$  kcal/den, v druhém trimestru  $2719 \pm 457,3$  kcal/den a v třetím trimestru  $3223 \pm 586,5$  kcal/den. Pro BMI skupinu do 19,9 byl TEE  $2295 \pm 239,3$  kcal/den, pro BMI 20 – 26 byl TEE  $2800 \pm 383,3$  kcal/den a pro skupinu BMI do 26 byl TEE  $3554 \pm 532,6$  kcal/den. U těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 12,59% a ve třetím trimestru o 33,46% v porovnání s prvním trimestrem.

## 15. Abstrakt

**Zaměření:** Získání údajů o energetickém výdeji u českých žen je málo prozkoumanou oblastí energetického metabolismu.

**Cíl:** Cílem studie bylo stanovit celkový energetický výdej u českých těhotných žen v průběhu těhotenství a porovnat výsledky s výsledky zahraničních studií.

**Design studie:** Energetický výdej byl hodnocen u 137 českých těhotných žen. Celkový energetický výdej těhotných žen byl hodnocen ze získaných dat jednotlivých činností, které ženy vypisovaly do předepsaného dotazníku a činnosti, které nebyly uvedeny doplnily po straně dotazníku. Sedmidenní záznamy byly vyhodnoceny pomocí programu Energetický výdej 2 a statistického programu GraphPad Prism 4. Za hodnoty celkového energetického výdeje, lze považovat hodnoty z programu vynásobené multiplikačními faktory (1,035; 1,062; 1,177 pro první, druhý a třetí trimestr). V práci je popsána i další energetické charakteristiky – bazální metabolismus.

**Výsledky:** V naší studii byla průměrná hodnota celkového energetického výdeje  $2993 \pm 599,6$  kcal/den. Celkový energetický výdej vzrůstá v prvním trimestru  $2415 \pm 533,9$  kcal/den, v druhém trimestru  $2719 \pm 457,3$  kcal/den a v třetím trimestru  $3223 \pm 586,5$  kcal/den. Pro BMI skupinu do 19,9 byl TEE  $2295 \pm 239,3$  kcal/den, pro BMI 20 – 26 byl TEE  $2800 \pm 383,3$  kcal/den a pro skupinu BMI do 26 byl TEE  $3554 \pm 532,6$  kcal/den.

**Závěr:** U českých těhotných žen dochází k nárůstu celkového energetického výdeje v průběhu gravidity ve druhém trimestru o 12,59% a ve třetím trimestru o 33,46% v porovnání s prvním trimestrem.

## **Abstrakt**

**Background:** Energy expenditure in pregnancy of Czech women is a lowly explored part of energy metabolism.

**Objective:** The purpose of this study was to estimate total energy expenditure in Czech pregnant women in gravidity and to compare our values with values presented in foreign literature.

**Design:** Energy expenditure was estimated in 137 Czech women. Total energy expenditure was estimated from filling date each activities, which pregnant women filled to questionnaires and activities missed in questionnaires wrote to paper. Seven days activities was estimated in a specially designed program GraphPad Prism 4. As the values of total energy expenditure were considered program values calculated multiplication factors (1,035; 1,062; 1,177 for the first, second and third trimester of pregnancy. There is described also other energy characteristics – i.e. basal metabolit rate in the study

**Result:** In our study there was total energy expenditure  $2993 \pm 599,6$  kcal/day on average. There was seen a gradual increase total energy expenditure  $2415 \pm 533,9$  kcal/day for first trimester,  $2719 \pm 457,3$  kcal/day, for second trimester and  $3223 \pm 586,5$  kcal/day for third trimester. BMI group  $<19,9$  was  $2295 \pm 239,3$  kcal/day TEE, BMI group 20 – 26 was TEE  $2800 \pm 383,3$  kcal/day and BMI group  $> 26$  was TEE  $3554 \pm 532,6$  kcal/day.

**Conclusion:** Czech pregnant women increase total energy expenditure in gravidity for second trimester about 12,59% and for third trimester about 33,46%.

## 16. Souhrn tabulek

### *Teoretická část*

**Obr. 1:** Změny tělesné hmotnosti ženy během těhotenství a výška děložního fundu v jednotlivých měsících těhotenství

### **Tabulky**

**Tabulka 1:** Změny kardiovaskulárního systému těhotné ženy

**Tabulka 2:** Kumulativní energetický výdej těhotenství spočítaný z energetických ekvivalentů proteinů a tukových přírůstků a energetický výdej podpory plodu a přidané mateřské tkáně

**Tabulka 3:** Celkový energetický výdej těhotenství

**Tabulka 4:** Hyttenův a Chamberlainův teoretický model kumulativního výdeje těhotenství

**Tabulka 5:** Shrnutí údajů ze Skotska, Filipín, Thajska, Nizozemí a Gambie

**Tabulka 6:** Doporučený přírůstek hmotnosti těhotných žen

**Tabulka 7:** Kumulativní zvýšení v základním metabolickém poměru (BMR) u těhotných žen z rozvojových a rozvíjejících se zemí

**Tabulka 8:** Studie proměnných u žen před těhotenstvím a v těhotenském týdnu 14 a 32<sup>1</sup>

**Tabulka 9:** Závislost BMR na týdnech těhotenství

**Tabulka 10:** Absolutní hodnoty RMR během těhotenství

**Tabulka 11:** Závislost RMR na týdnech těhotenství

**Tabulka 12:** Energetické výdeje těhotných žen při odpočinku

**Tabulka 13:** Váha a klidový energetický výdej mladistvých těhotných podle věku a pregravidní BMI<sup>1</sup>

**Tabulka 14:** Absolutní hodnoty DIT během těhotenství

**Tabulka 15:** 24-h energetický výdej měřený pokojovou kalorimetrií u dobře živých žen během těhotenství

**Tabulka 16:** Absolutní hodnoty TEE během těhotenství

**Tabulka 17:** Celkový energetický výdej měřený metodou dvojitě značené vody u dobře živých žen během těhotenství

**Tabulka 18:** Celkový energetický výdej měřený během těhotenství u žen z rozvojových zemí

**Tabulka 19:** Spánkový metabolismus (SMR) a minimální SMR (MSMR) žen v 37. týdnu těhotenství

**Tabulka 20:** Celkový energetický výdej (TEE) a základní metabolický výdej (BMR) žen v 37. týdnu těhotenství

**Tabulka 21:** Celkový energetický výdej u těhotných a NPNL žen

**Tabulka 22:** Celkový energetický výdej těhotenství u dobře živěných žen s těhotenským váhovým přírůstkem 13,8 kg

**Tabulka 23:** Celkový energetický výdej u žen s těhotenským váhovým přírůstkem 12 kg

**Tabulka 24:** Energetický výdej aktivit během těhotenství

**Tabulka 25:** Absolutní hodnoty AEE přes těhotenství<sup>1</sup>

## Grafy

**Graf 1:** Základní metabolický poměr jednotlivých žen ( $n = 22$ ) ve studii v těhotenských týdnech 8,14, 20, 32 a 35, vyjádřené jako procenta před těhotenské hodnoty. Každý symbol reprezentuje 1 ženu

**Graf 2:** Individuální změny pregravidního klidového metabolického poměru (RMR) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu u 10 žen

**Graf 3:** REE/kg váhy těla během těhotenství u mladistvých podle pregravidního BMI.

**Graf 4:** Individuální změny z pregravidní hodnoty u stravou indukované termogeneze (DIT) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu

**Graf 5:** Individuální změny pregravidních hodnot celkového energetického výdeje (TEE) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu

**Graf 6:** Individuální změny z pregravidní hodnoty aktivního energetického výdeje (AEE) během těhotenství:  $t_1$ , 8. – 10. týden těhotenství;  $t_2$ , 24. – 26. týden těhotenství;  $t_3$ , 34. – 36. týden těhotenství;  $t_{\text{post}}$ , 4. – 6. týden po porodu

## *Experimentální část*

### **Tabulky**

**Tabulka 1:** Standardy činností

**Tabulka 2:** Hodnoty celkového energetického výdeje (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 3:** Hodnoty celkového energetického výdeje (kcal/den) v BMI skupinách

**Tabulka 4:** Korelace mezi TEE (kcal/den) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna pozitivní korelace

**Tabulka 5:** Přehled zastoupení a trvání činností (v minutách/den) v jednotlivých trimestrech a za období celého těhotenství (ar. průměr- aritmetický průměr, SO – směrodatná odchylka, počet – počet subjektů, u nichž byla daná činnost v daném trimestru zaznamenána).

**Tabulka 6:** Přehled zastoupení činností a jejich energetické náročnosti (v kcal/den ) v jednotlivých trimestrech a za období celého těhotenství (ar. průměr – aritmetický průměr, SO – směrodatná odchylka, počet – počet objektů, u nichž byla daná činnost v daném trimestru zaznamenána)

**Tabulka 7:** Hodnoty pregravidní hmotnosti (kg) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 8:** Porovnání hmotnosti (kg) v těhotenství a před těhotenstvím

**Tabulka 9:** Korelace mezi pregravidní hmotností (kg) a TEE

**Tabulka 10:** Hodnoty hmotnosti (kg) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 11:** Korelace mezi hmotností (kg) a TEE

**Tabulka 12:** Hodnoty pregravidního bazálního metabolismu (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 13:** Porovnání BM (kcal/den) hodnot v těhotenství a před těhotenstvím

**Tabulka 14:** Korelace mezi pregravidním bazálním metabolismem a TEE

**Tabulka 15:** Korelace mezi BM (kcal/den) a TEE

**Tabulka 16:** Hodnoty BM (kcal/den) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 17:** Korelace mezi spánkem (kcal) a TEE

**Tabulka 18:** Počet strávených minut spánkem

**Tabulka 19:** Hodnoty spánku (kcal) v jednotlivých týdnech těhotenství

**Tabulka 20:** Korelace TEE (kcal/den) na hmotnosti

**Tabulka 21:** Hodnoty hmotnosti (kg) v BMI skupinách



**Tabulka 22:** Přehled výsledků celkového energetického výdeje (kcal/den) v jednotlivých skupinách BMI

**Tabulka 23:** Korelace TEE (kcal/den) na BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

**Tabulka 24:** Hodnoty BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) v BMI skupinách

**Tabulka 25:** Korelace TEE (kcal/den) na spánku

**Tabulka 26:** Hodnoty spánku (kcal/den) v BMI skupinách

**Tabulka 27:** Hodnoty spánku v (min/den) ve skupinách BMI

**Tabulka 28:** Korelace TEE (kcal/den) na bazálním metabolismu

**Tabulka 29:** Hodnoty BM (kcal/den) v BMI skupinách

**Tabulka 30:** Korelace mezi týdny těhotenství a sledovanými parametry a aktivitami u všech žen

**Tabulka 31:** Korelace mezi hmotností (kg) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna korelace

**Tabulka 32:** Korelace mezi BM (kcal) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna, pozitivní korelace

**Tabulka 33:** Korelace mezi BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) a dalšími parametry a činnostmi, u nichž byla zjištěna korelace

## **Grafy**

**Graf 1:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství

**Graf 2:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství v druhém trimestru těhotenství

**Graf 3:** Závislost celkového energetického výdeje na týdnech těhotenství v třetím trimestru

**Graf 4:** Závislost celkového energetického výdeje v BMI skupinách na týdnech těhotenství

**Graf 5:** Závislost pregravidní hmotnosti (kg) na týdnech těhotenství

**Graf 6:** Průměrné hodnoty pregravidní hmotnosti a týdny těhotenství

**Graf 7:** Závislost hmotnosti (kg) na týdnech těhotenství

**Graf 8:** Přehled průměrných hodnot hmotnosti v jednotlivých týdnech těhotenství podává následujícím graf

**Graf 9:** Závislost pregravidního bazálního metabolismu na týdnech těhotenství

**Graf 10 :** Průměrné hodnoty pregravidního bazálního metabolismu (kcal/den)

- Graf 11:** Závislost BM (kcal/den) na týdnech těhotenství
- Graf 12:** Průměrné hodnoty BM (kcal/den) a týdny těhotenství
- Graf 13:** Průměrné hodnoty spánku (kcal/den) a týdny těhotenství
- Graf 14:** Závislost spánku (kcal/den) na týdnech těhotenství
- Graf 15:** Závislost hmotnost (kg) na BMI skupinách
- Graf 16:** Průměrné hodnoty hmotnosti (kg) v BMI skupinách
- Graf 17:** Průměrné hodnoty BMI v BMI skupinách
- Graf 18:** Závislosti spánku (kcal/den) na BMI skupinách
- Graf 19:** Průměrné hodnoty spánku (kcal/den)
- Graf 20:** Závislosti bazální metabolismus (kcal/den) na BMI skupinách
- Graf 21:** Průměrné hodnoty BM (kcal/den) v BMI skupinách

## 17. Seznam použitých zkratek

<b>AEE</b>	Aktivní energetický výdej
<b>BEE</b>	Bazální energetický výdej
<b>BMI</b>	Základní metabolický poměr
<b>BMC</b>	Složení kostních minerálů
<b>BMR</b>	Bazální metabolický výdej
<b>EE</b>	Energetický výdej
<b>FAO/WHO/UNU</b>	Food and Agriculture Organization, World Health organization, united Nations University
<b>FFM</b>	Hmota bez tuku
<b>FM</b>	Hmota tuku
<b>L</b>	Kojící ženy
<b>LBW</b>	Nízká váha těla
<b>MSMR</b>	Minimální metabolický spící výdej
<b>NPNL</b>	Netěhotné, nekojící ženy
<b>P</b>	Těhotné ženy
<b>PAI</b>	Index fyzické aktivity
<b>PEE</b>	Postprandialní energetický výdej
<b>REE</b>	Klidový energetický výdej
<b>RMR</b>	Klidový metabolický výdej
<b>SMR</b>	Metabolický spící výdej
<b>SGA</b>	Těhotenský věk
<b>TBW</b>	Celková voda těla
<b>TDEE</b>	Celkový denní energetický výdej
<b>TEE</b>	Celkový energetický výdej

## 18. Použitá literatura, příloha

### 1. Články a knihy

Butte N. F., King J. C. Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutrition* 2005; 8(7A): 1010-1020.

Pitkin R. M. Energy in pregnancy. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69(4):583.

King J.C., Butte N.F., Bronstein M.N., Kopp L.E. a Lindquist S.A. Energy metabolism during pregnancy: influence of maternal energy status. *American Journal of Clinical Nutrition* 1994; 59: 439-445.

Butte N. F., Hopkinson J. M., Mehta N., Moon J. K., Smith E. O. B. Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69(2): 299 – 307.

Machův F.: Průvodce těhotenstvím a porodem, Praha GRADA, 1999:90.

Forsum E.a Löf M. Energy Metabolism During Human Pregnancy. *Annual Review of Nutrition* 2007; 27: 277-292.

Butte N. F., Wong W. W, Treuth M. S., Ellis K. J. a Smith E O. Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 79(6),:1078-1087.

van Raaij J.M., Vermaat-Miedema S.H., Schonk C.M., Peek M.E., Hautvast J.G. Energy requirements of pregnancy in The Netherlands *Lancet*;1987; 2:953-5.

Thongprasert K., Tanphaichitre V., Valyasevi A., Kittigool J., Durnin J.V. Energy requirements of pregnancy in rural Thailand *Lancet*1987; 2,31(Octob):1010-2.

Durnin J. V., McKillop F. M., Grant S., Fitzgerald G. Energy requirements of pregnancy in Scotland. *Lancet* 1987; 2, 17 (Oct) (8564):897-900.

Tuazon M. A., van Raaij J. M., Hautvast J. G., Barba C. V. Energy requirements of pregnancy in the Philippines. *Lancet* 1987; 2, 14 (Nov); (8568):1129-31.

Poppitt S.D., Prentice A.M., Jequier E., Schutz Y. a Whitehead R.G.. Evidence of energy sparing in Gambian women during pregnancy: a longitudinal study using whole-body calorimetry. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 57:353-364.

Durnin J. V. Energy requirements of pregnancy: an integration of the longitudinal data from the five-country study. *Lancet* 1987; 2 14 (Nov):1131-3.

Forsum E. Energy requirements during pregnancy: old questions and new findings. *American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 79(6): 933-934.

Lof M., Olausson H., Bostrom K., Janerot-Sjöberg B., Sohlstrom A., Forsum E. Changes in basal metabolic rate during pregnancy in relation to changes in body weight and composition, cardiac output, insulin-like growth factor I, and thyroid hormones and in relation to fetal growth. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 81(3): 678-685.

King J.C. Maternal obesity, metabolism and pregnancy outcomes. *Annual Review of Nutrition* 2006; 26: 271-291.

Kopp-Hoolihan L. E., Loan M. D., Wong W. W., King J. C. Longitudinal assessment of energy balance in well-nourished, pregnant women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 69(4): 697-704.

Dufour D. L., Reina J. C., Spurr G.B. Energy intake and expenditure of free-living, pregnant Colombian women in an urban setting. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 70(2): 269-276.

Nagy L.E., King J.C. Energy expenditure of pregnant women at rest or walking self-paced. *American Journal of Clinical Nutrition* 1983; 38: 369-376.

Casanueva E., Roselló-Soberón M. E., De-Regil L. M., Argüelles M. C., Céspedes M. I. Adolescents with Adequate Birth Weight Newborns Diminish Energy Expenditure and Cease Growth. *The Journal of Nutrition* 2006; 136(10):2498(4).

Prentice A. M., Goldberg G. R., Davies H. L., Murgatroyd P. R., Scott W. Energy-sparing adaptations in human pregnancy assessed by whole-body calorimetry. *Br J Nutr.* 1989; 62(1):5-22.

Heini A., Schutz Y., Jequier E. Twenty-four-hour energy expenditure in pregnant and nonpregnant Gambian women, measured in a whole-body indirect calorimeter. *American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 55: 1078-1085.

Panter-Brick C. Seasonality of energy expenditure during pregnancy and lactation for rural Nepali women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1993; 57: 620-628.

Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, Westerterp K. Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *American Journal of Clinical Nutrition* 1992; 56(2):334-42.

Difour D. L., Reina J. C., Spurr G.B. Energy intake and expenditure of free-living, pregnant Colombian women in an urban setting. *American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 70(2): 269-276.

Málková I.: *Hubneme s rozumem zdravě a natrvalo: Výdej energie a pohyb pro každého* Grada, Praha, 2005: 232.

Sigh J., Prentice A. M., Diaz E., Coward W. A., Ashford J., Sawyer M., Whitehead R. G. Energy expenditure of Gambian women during peak agricultural activity measured by the doubly-labelled water. *British Journal Nutrition* 1989; 62(2):315-29.

van Raaij J. M., Schonk C. M., Vermaat-Miedema S.H., Peek M.E., Hautvast J.G. Energy cost of physical activity throughout pregnancy and the first year postpartum in Dutch women with sedentary lifestyles. *American Journal of Clinical Nutrition* 1990; 52: 234 – 239.

Hronek M, Doubkova P, Karnikova T, Leskova J, Tosner J, Hrciarikova D, Hyspler R, Zadak Z. Determination of basal metabolic rate of Czech pregnant women. Abstract, *Clinical Nutrition Supplements* 2007;2(2):49-50.

## **2. Internetové zdroje**

[www.porodnici.cz](http://www.porodnici.cz), 2006-7

[www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com), květen 2007

[www.google.com](http://www.google.com), Guideline on Oral Health Care for the Pregnant adolescent. 2007

[www.nap.edu.com](http://www.nap.edu.com), Nutrition Issues in Developing Countries: Part I: Diarrheal Diseases, Part II: Diet and Activity During Pregnancy and Lactation. 1992

[www.fao.org.doc](http://www.fao.org.doc), King J. Energy and protein requirements during pregnancy, FAO/WHO/UNU 1981

[www.levret.cz](http://www.levret.cz), Janků P. Preventivní farmakoterapie a výživa v těhotenství

[www.datadictionaryadmin.scot.nhs.uk](http://www.datadictionaryadmin.scot.nhs.uk),

2007

<b>Příjmení a jméno:</b> Nováková Jana		<b>Kolikáté těhotenství:</b> 1.	<b>Rodné číslo:</b> 11 11 11/4409	
<b>Léčím se s:</b> diabetes		<b>Zaměstnání:</b> recepční	<b>Týden těhotenství:</b> 26	<b>Výška (m):</b> 1,69
<b>Hmotnost před otěhotněním (kg):</b> 62	<b>Suplementy (vitaminy):</b> B-komplex		<b>užíváte od:</b> 4.týdne <b>do:</b> dnes	
<b>Hmotnost nyní (kg):</b> 68	<b>Výrobce:</b> Zentiva		<b>léková forma:</b> tablety	
<b>Dávkování:</b> 1 tableta denně		(kapky,injekce...)		

U  
K  
Á  
Z  
K  
A

### Příklady činností (např.)

### Příklady potravin a jejich běžná množství

<b>venčení psa</b>	<b>1 lžička cukru</b>	<b>6 g</b>
<i>hra na hudební nástroj</i>	<i>1 lžičce cukru</i>	<i>12 g</i>
<i>hraní karet</i>	<i>1 kostka cukru</i>	<i>3,4 g</i>
<i>vyšívání</i>	<i>1 lžičce vařených nudlí</i>	<i>7,5 g</i>
<i>klepání koberců</i>	<i>1 lžičce oleje</i>	<i>20 g</i>
<i>leštění nábytku</i>	<i>1 lžičce smetany</i>	<i>15 g</i>
<i>.stlaní</i>	<i>1 lžičce šlehačky</i>	<i>40 g</i>
<i>hrabání listů</i>	<i>1 lžičce tvarohu</i>	<i>30 g</i>
<i>pletí záhonů</i>	<i>1 lžičce krupice</i>	<i>15 g</i>
<i>umývání auta</i>	<i>1 lžičce vařené rýže</i>	<i>7,5 g</i>
<i>přednáška(poslech)</i>	<i>1 plátek chleba</i>	<i>50-80 g</i>
<i>Nákup</i>	<i>1 plátek veku</i>	<i>25 g</i>
<i>přednáška,seminář</i>	<i>1 plátek vánočky</i>	<i>40 g</i>
<i>tanec</i>	<i>porce brambor cca</i>	<i>340 g</i>
<i>masáž</i>	<i>porce brambor. kaše</i>	<i>350 g</i>
<i>volejbal(nesoutěžně)</i>	<i>porce těstovin</i>	<i>180 g</i>
<i>internet</i>	<i>porce těstovin domác.</i>	<i>200 g</i>
<i>návštěva u kosmetičky.</i>	<i>porce rýže</i>	<i>185 g</i>
<i>kadeřník</i>	<i>porce čočky</i>	<i>200 g</i>
<i>učení</i>	<i>porce špenátu</i>	<i>130 g</i>
<i>Práce na zahradě</i>	<i>porce zelí vařeného</i>	<i>120 g</i>
<i>balení dárků</i>	<i>porce zelí čerstvé – salát</i>	<i>150 g</i>
<i>Příprava večeře</i>	<i>1 ks kedlubna</i>	<i>70 g</i>
<i>Večeře - konzumace</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>luštění křížovek</i>	<i>1 ks banán</i>	<i>150-200 g</i>
<i>přednášení lidem</i>	<i>1 ks broskev cca</i>	<i>85 g</i>
<i>oslava</i>	<i>1 ks mandarinka</i>	<i>70-100 g</i>

Den v týdnu:		Datum:	
Činnost	Trvání (hod,min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce,ks, g,ml)
spánek	540	<b>Sn</b> rohlík celozrnný	1 ks
hygiena ranní a večerní	30+30	máslo	18g
Snídaně příprava a konzumace	15+15	med	10g
Cesta autem nebo MHD	15+15	ovocný čaj, citron, cukr(1 kostka)	250ml
Oběd příprava a konzumace	60+30	<b>Sv</b> ovotwist(jogurt.nápoj)	390g
Mytí nádobí	30	BeBe-dobré ráno(sušenky)	50g
Povídání s dětmi nebo s manželem	20	bylinný čaj	250ml
Čtení	30	<b>O</b> kuřecí vývar se zeleninou	1 porce
Sledování televize	30	vepřový řízek	130g
Svačina příprava a konzumace	10+30	bramborová kaše	1 porce
Zaměstnání	180	červená řepa	100g
Večeře příprava a konzumace	20+20	minerálka	400ml
Procházka	20	<b>Sv</b> müsli tyčinka	30g
Cvičení těhotenské	60	Jablko, pomer. džus (100%)	60g, 300ml
Pohlavní styk	30	<b>Ve</b> rajčatový salát	150g
Žehlení	30	chleba	1 ks
Návštěva přátel/ zařízení	180	tvaroh, pažitka	45g,10g
Součet hodin za den =	24 hodin	Během dne: voda se sirupem	1500ml





