

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Nicole Roubíková**

Faktory ovlivňující přírůstek váhy v těhotenství

Factors influencing weight gain in pregnancy

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Šárka Kaňková, Ph.D.

Praha, 2016

**Poděkování:**

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé práce RNDr. Šárce Kaňkové, Ph.D. za její ochotu, trpělivost a cenné rady a dále všem, kteří mě při psaní této práce podporovali.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 13. 5. 2016

Nicole Roubíková

## **Abstrakt**

V této bakalářské práci jsem popsala faktory ovlivňující přibývání váhy v jednotlivých trimestrech těhotenství. Jsou to faktory ovlivňované životosprávou, mezi které patří například strava, fyzická aktivita, kouření a BMI před těhotenstvím. Dále jsou to i faktory, které jsou dané individuálními dispozicemi, změnou v metabolismu a hormonálním stavem organismu. Na základě toho se v této práci věnuji i následkům, které má nadměrný či nedostatečný hmotnostní zisk v těhotenství pro matku a její plod.

## **Klíčová slova**

těhotenství, přibývání váhy, obezita, výživa, fyzická aktivita, metabolismus, hormonální změny

## **Abstract**

In this bachelor thesis I described different factors influencing weight gain in each trimester of pregnancy. There are factors influenced by a lifestyle, such as diet, physical activity, smoking, and BMI before pregnancy. There are also factors which are given individual dispositions, changes in metabolism and hormonal status of the organism. On this basis, this thesis deals with the consequences, that has excessive or insufficient weight gain in pregnancy for the mother and her fetus.

## **Keywords**

pregnancy, weight gain, obesity, diet, physical activity, metabolism, hormonal changes

# 1 Obsah

1	Obsah.....	1
2	Úvod.....	3
3	Hmotnost před otěhotněním.....	4
3.1	Trendy ve změně BMI matek.....	4
3.2	Vliv BMI před otěhotněním na gestační zisk.....	5
4	Výživa.....	6
4.1	Sacharidy.....	6
4.2	Tuky.....	7
4.3	Bílkoviny.....	7
4.4	Nutriční potřeby související s váhovými zisky v jednotlivých trimestrech.....	8
5	Úspěšnost intervencí do životosprávy těhotných žen.....	9
6	Fyzická aktivita v těhotenství.....	10
6.1	Vliv fyzické aktivity v těhotenství na obtíže spojené s vyšší hmotností.....	13
6.2	Vhodné a nevhodné fyzické aktivity v těhotenství.....	14
7	Kouření.....	15
8	Metabolismus.....	16
8.1	Voda.....	16
8.2	Proteiny.....	17
8.3	Sacharidy.....	17
8.4	Tuky.....	18
9	Výška matky.....	19
10	Věk matky.....	19
10.1	Dospívající.....	19
10.2	Starší ženy.....	20
11	Etnický původ.....	20
12	Socioekonomický status.....	20
13	Genetická charakteristika.....	21
14	Onemocnění.....	22
14.1	Diabetes mellitus.....	22
14.2	Další onemocnění.....	23
14.3	Paraziti.....	24
14.3.1	Toxoplazmóza.....	24

15	Následky nadměrného či nedostatečného přibývání hmotnosti.....	24
16	Závěr.....	27
17	Seznam použité literatury.....	28

## 2 Úvod

K těhotenství dochází po splynutí ženské a mužské gamety. Od tohoto okamžiku nastávají v těle matky významné fyziologické změny. Mnohé z nich ovlivňují přibývání na váze. Např. množství krve, které stoupne o 1 – 1,5 l (Živný a spol., 2008).

Celkový váhový přírůstek by měl být kolem 12 – 14 kg. Z toho je váha plodu 3 – 3,5 kg, plodová voda 1 kg, placenta 0,7 kg. Váha dělohy stoupne na cca 1,5 kg a váha prsou stoupne zhruba o 0,5 kg. Hmotnost také výrazně ovlivňuje hromadící se množství extracelulární tekutiny. To může dosahovat až 6 kg (Stadelmann, 2009).

Těhotenství můžeme rozdělit na tři trimestry. Zvyšování tělesné hmotnosti je specifické pro každý z nich. Největší přírůstky hmotnosti můžeme pozorovat ve třetím trimestru, kdy žena přibývá na váze v průměru o 0,5 kg týdně oproti prvnímu a druhému trimestru, kdy činí týdenní přírůstek pouze cca 0,3 kg. Přírůstky váhy jsou však velmi individuální (Doležal, 2004). Největší zvyšování nastává mezi 20. a 30. týdnem těhotenství. Doporučené přírůstky váhy se však liší i podle váhy před početím (Kudela, 2011).

Nadměrné zvýšení tělesné hmotnosti v těhotenství může negativně ovlivňovat matku i plod. Výrazně totiž zvyšuje např. výskyt preeklampsie, císařského řezu, gestační diabetes. Pro kojence je to později hyperglykémie, hyperbilirubinémie a celkově se jedná o důležitý předpoklad sklonu k dlouhodobé obezitě (Campbell, 2011).

O přibývání váhy v těhotenství bylo děláno nemálo studií. Některé z nich ukazují, že 20 – 40 % žen zvýší svou hmotnost výrazně víc než je doporučováno. Podle výzkumu k tomu měly větší sklon ženy, trpící již před otěhotněním vysokým BMI. Výrazný vliv na to má také nedostatečná informovanost (Campbell, 2011).

Existuje mnoho faktorů ovlivňujících přírůstek váhy v těhotenství. Některé z nich jsou ovlivnitelné (např. hmotnost před otěhotněním, fyzická aktivita, strava, kouření apod.), ale mnoho z nich je dáno jinými vlivy (např. metabolismus, hormonální změny, dědičnost, onemocnění, věk matky apod.) Cílem této bakalářské práce je podat ucelený literární přehled o faktorech, které mají vliv na přibývání váhy v těhotenství.

### 3 Hmotnost před otěhotněním

Základním nástrojem na udávání optimálního nutričního stavu je tzv. body mass index (BMI). Vypočítává se pomocí tohoto vzorce:

$$BMI = \frac{m}{h^2}$$

m – tělesná hmotnost [kg]

h – tělesná výška [m]

(Hronek, 2004).

Klasifikace jednotlivých kategorií nemusí být vždy shodné. V roce 1990 je definoval Institute of Medicine (IOM) a o osm let později přijala Světová zdravotnická organizace (WHO) užívání nových kategorií, které jsou u nás běžné i v současné době. Na rozdíl od IOM podle kterého začíná podváha již při BMI = 19.8, podle WHO je to až BMI = 18.5. Normální váha se pak podle IOM pohybuje mezi 19.8 – 26, kdežto WHO ji udává do rozmezí 18.5 – 24.5. Nadváhou trpí člověk podle IOM do 29, podle WHO do 29.9. Různé stupně obezity zavedla až WHO. Obezitou I. třídy nazývá BMI 30 – 34.9, obezitou II. třídy pak 35 – 39.9 a poslední III. třída se pohybuje při BMI ≥ 40 (Institute of Medicine, 2009).

#### 3.1 Trendy ve změně BMI matek

Jedním z nejzávažnějších problémů, kterým odborníci na zdraví a výživu čelí v posledních 30 letech, je nárůst nadváhy a obezity ve vyspělých zemích.

Výskyt obezity u žen ve věku 12 až 44 let se od roku 1976 více než zdvojnásobil. Údaje shromážděné v letech 1999 – 2004 Národním statistickým centrem pro zdraví ukázaly, že téměř u dvou třetin žen v reprodukčním věku byla klasifikována nadváha a téměř jedna třetina byla obézní. Obezita byla nejběžnější u etnických menšin a zvyšovala se s vzrůstajícím věkem. Dřív byl výskyt těžké obezity velmi vzácným stavem, ale v posledních letech se dramaticky zvyšuje. Prevalence obezity I. a II. třídy se zdvojnásobila a u III. třídy ztrojnásobila. Z těchto údajů pochopitelně vyplývá, že stoupá i počet žen, které jsou obézní v době, kdy se pokouší otěhotnět. Jedna pětina amerických žen je obézní již na začátku těhotenství, což je o 70% více než v roce 1994 (Kim a spol., 2007).

### **3.2 Vliv BMI před otěhotněním na gestační zisk**

V dřívějších dobách byly často vydávány univerzální tabulky pro všechny skupiny žen, čímž docházelo k velkým nepřesnostem. Od roku 1990, kdy naposled vydal Institute of Medicine pokyny pro přibývání na váze v těhotenství se změnilo mnoho klíčových aspektů zdraví žen v reprodukčním věku. Populace obsahuje vyšší podíl žen z etnických podskupin, BMI před otěhotněním i gestační zisk hmotnosti se v průměru podstatně zvýšil. Stoupl také věk nastávajících matek a tím i nejrůznější chronická onemocnění, kterými v době těhotenství trpí. Mezi nečastější patří hypertenze a diabetes.

V reakci na to National Research Council přezkoumal doporučené přírůstky v těhotenství a to jak se odrážejí na zdraví matek i dětí. Zahrnuty do toho měly být také další faktory, které se projevují po porodu jako je schopnost laktace, návrat k původní hmotnosti, kardiovaskulární onemocnění apod. Doporučený hmotnostní zisk pro nejnižší kategorii BMI byl měl být 12.5 – 18 kg a rychlost nárůstu v 2. a 3. trimestru cca půl kg za týden. Ženy pohybující se v normální váhové kategorii by měly celkem získat 11.5 – 16 kg a to tempem 0.42 kg týdně. Těhotné ženy s BMI = 25.0 – 29.9 by měly celkem přibrat 7 – 11.5 kg a rychlost zvyšování hmotnosti by se měla rovnat zhruba 0.28 kg za týden. A poslední skupina zahrnující lidi, kteří trpí obezitou, by měla mít hmotnostní přírůstek pouze 5 – 9 kg a to tempem 0.22 kg týdně. Výpočty předpokládají 0,5 - 2 kg váhový přírůstek v prvním trimestru, který je pro všechny kategorie stejný. Jinak ovšem vidíme, že se doporučené váhové zisky velmi liší a BMI před otěhotněním je tedy jedním z důležitých aspektů při zhodnocení jaký by měl být ideální hmotnostní přírůstek ženy v těhotenství. Je jich samozřejmě mnoho a tak čím více faktorů se vezme v úvahu pro jednotlivé ženy, tím lépe. Tyto hodnoty jsou určeny pro ženy z vyspělých zemí světa a neměly by být užívány v oblastech, kde jsou ženy výrazně nižší či hubenější, nebo tam, kde není k dispozici adekvátní porodnická péče (Institute of Medicine, 2009).

Zkušenosti ukazují, že většina žen s nadváhou nebo obezitou doporučené váhové přírůstky pravděpodobně překročí a tak by jim měla být věnována zvýšená individuální péče při plánování denního příjmu potravy a fyzické aktivity. Pokud se gestační zisky těhotné ženy výrazně odlišují od navrhovaných, je vhodné, aby lékaři zjistili povahu nárůstu hmotnosti (edémy, tuk) i případného nedostatku hmotnosti a aby dále zjišťovali možné příčiny (Institute of Medicine, 2009).

V tomto směru se ukazuje, že ženy trpící nadváhou mají v těhotenství větší sklony k přejídání a s každým dalším těhotenstvím jejich nadváha vzrůstá. Dělal se několik studií a těhotenství bylo uznáno jako velmi klíčové období pro snižování nadváhy, která je v populaci stále více rozšířená. Podobně jako např. při odvykání kouření je zdraví dítěte pro mnoho žen důležitý motivační faktor. Zároveň se ale zjistilo, že ženy dostávají informace o výživě v těhotenství velmi zkrácené. Mnoho



z nich vnímalo těhotenství jako ospravedlnění svého přejídání. Velmi rozdílný přístup k tomu měly ženy, které byly před otěhotněním obézní a které měly normální BMI. Obézní ženy se často cítí psychicky lépe, sebevědoměji, jakoby těhotenství byla záminka pro to přestat s dietami. Naopak ženy, které měly před otěhotněním normální váhu, nesly změny svých tělesných parametrů výrazně hůře. Některé vnímaly, že přibývání váhy je v tomto období něco nevyhnutelného a nekontrolovatelného (Campbell, 2011).

## 4 Výživa

Jedním z předních faktorů ovlivňujících přibývání váhy v těhotenství je výživa. Můžeme ji rozdělit na dvě základní složky: makronutrienty (sacharidy, tuky, bíkoviny) a mikronutrienty (vitaminy, minerální látky). Z makronutrientů získává těhotná žena energii (z bílkovin pouze když nejsou k dispozici jiné látky). 1 g tuků poskytne dvojnásobnou energii než stejné množství sacharidů nebo bílkovin. Ideální poměr těchto látek z celkového příjmu energie by měl být následující: sacharidy by měly tvořit 55 – 65 %, tuky maximálně třetinu a bíkoviny 12 – 15 % (Hronek, 2004; Müllerová, 2004).

### 4.1 Sacharidy

Sacharidy slouží v těhotenství především jako zdroj energie pro matku i dítě. Z monosacharidů je stěžejní glukóza, jelikož rychle zajišťuje přísun energie pro mozek, ledviny, ale i například pro erytrocyty. Polysacharidy musí být nejprve rozštěpeny a tak jsou jako energetický zdroj pomalejší. V prvním trimestru by měl být denní příjem sacharidů u těhotných žen zhruba 321 g. V pozdějších fázích těhotenství stoupá na 398 g / den. Pokud se sacharidů organismu výrazně nedostává, dochází k negativnímu ovlivnění celkové psychické i fyzické výkonnosti. Hladina glukózy v krvi klesá, což má za následky únavu a v extrémních případech až hypoglykemický šok. Naopak přehnaná konzumace monosacharidů a disacharidů vede ke glukózové intoleranci. Objevuje se riziko obezity, diabetu, i kardiovaskulárních chorob. Také bylo prokázáno, že vysoký příjem sacharidů v časném těhotenství potlačuje růst placenty a má za následky nižší porodní váhu dítěte (Hronek, 2004).

## 4.2 Tuky

Tuky jsou v těhotenství rovněž důležitým zdrojem energie. Také slouží k tepelné izolaci v podkoží, nebo v blízkosti některých orgánů. Během vývoje plodu jsou zvláště klíčové esenciální mastné kyseliny nezbytné k rozvoji mozku. Tyto kyseliny neumí mateřský organismus vytvářet a proto je nezbytné je přijímat v potravě. Pokud jich má budoucí matka dostatek, dochází denně k ukládání cca 2,2 g těchto kyselin v děložní a zárodečné tkáni. Nedostatek vede k předčasnému porodu, nízké porodní hmotnosti plodu a větší náchylnosti k infekčním onemocněním. Během těhotenství by příjem tuků měl stoupnout až na 35% denního energetického příjmu. Pokud by ale nastal nadbytek tuků v potravě, dochází k jejich ukládání a následně vzniku obezity (Stránská; Andělová, 2011).

## 4.3 Bílkoviny

Zvýšení příjmu bílkovin v těhotenství je klíčové především od 4. měsíce těhotenství a to o 10 g denně. Bílkoviny jsou důležité hlavně pro růst plodu, změny v prsou a děloze. Nedostatek bílkovin vede k negativní dusíkaté bilanci. Jsou narušeny metabolické enzymové pochody, snížená syntéza glutathionu, který je zodpovědný za detoxikační procesy. Také se zhoršuje hojení ran a může dojít k výskytu otoků, které se mohou objevit i u plodu a také placenta může mít nižší hmotnost (King, Janet, 2000).

Naopak při nadbytku bílkovin je dusíkatá bilance pozitivní. Nevyužité aminokyseliny jsou štěpeny na močovinu, což zatěžuje játra i ledviny. Jelikož hlavní zdroj bílkovin je živočišného původu, může se objevovat i tzv. skrytý tuk (Stránská; Andělová, 2011).

Je důležité, aby strava byla vyvážená. Především se jedná o přebytek tuků v potravě, což je rozšířený problém. Tato nevhodná výživa v těhotenství však zvyšuje nejen příbytek hmotnosti, ale také riziko kardiovaskulárních chorob plodu později v dospělosti. Ohledně příjmu tuků v potravě během těhotenství a ovlivnění potomků byla dělána studie na potkanech. Březím potkaním samicím byla podávána potrava bohatá na sádlo a zároveň jim byl zmenšen přísun sacharidů, aby byl energetický příjem nezměněn. Jejich potomci trpěli hyperglykemií, hyperinzulinémií a byli náchylní k dalším poruchám. Proto je podstatné dbát nejen na správný příjem energie jako takové, ale také o vhodnou formu (Gronert; Ozanne, 2006).

Studie také ukazují, že zvýšená hmotnost ve fetálním věku zvyšuje náchylnost k diabetu II. typu

v dospělosti. Také byla prokázána souvislost mezi mateřskou glykemií v průběhu těhotenství a vyšší porodní hmotností. Je stále více důkazů, že výživa matky v těhotenství a její celkový metabolický stav výrazně ovlivní genom plodu ve vztahu k náchylnosti na onemocnění v dospělosti (Gronert; Ozanne, 2006).

Ze začátku těhotenství není nutno zvyšovat příjem potravy, jelikož během prvního trimestru plod není nikterak energeticky náročný. Ve druhém a třetím trimestru již ano, zvýšení energie bývá zhruba o 200 – 300 kcal denně (830 – 1250 kJ). To se dá shrnout, že přibližný doporučený příjem energie pro těhotné ženy je 2400 kcal, rozdělený do několika menších porcí během dne, aby nedocházelo k přejídání. (Hronek, 2004; Pokorná; Březková, 2008). Z celkového hmotnostního přírůstku připadá zhruba 1 kg na bílkovinu, z toho polovina je transportována do plodu a placenty (Müllerová, 2004).

#### **4.4 Nutriční potřeby související s váhovými zisky v jednotlivých trimestrech**

První trimestr trvá od počátku těhotenství do 13. týdne. Je to období s typickými stavy únavy a nevolností, což ovlivňuje i to, jaká výživa je pro nastávající matku nejvhodnější. Nároky na výživu jsou závislé na mnoha faktorech jako je zdravotní stav ženy, její věk a BMI, fyzická aktivita, stres i dědičné predispozice. Je dobré konzumovat potraviny ulevující od ranních nevolností. Tyto nevolnosti se v extrémních případech mohou projevit až snižováním hmotnosti matky. Objevují se po 10. dni od oplodnění, kdy prudce stoupá hladina choriogonadotropinu (HCG). Je dobré, když se v tomto období věnuje pozornost i látkám důležitým pro rovnováhu tekutin v těle (zvláště po zvracení) jako je např. hořčík a draslík. Ten je také potřebný pro udržení správné hodnoty krevního tlaku. Krevní tlak by celkově měl spíše lehce klesnout. Vznik hypertenze v těhotenství je pro matku i dítě velmi nežádoucí a je to častý následek přílišného hmotnostního zisku. Únavu je možné snižovat potravinami dodávající energii, jako jsou třeba ovesné vločky, losos, či hnědá rýže bohatá na vitamin B. Při nižší únavě je tak možno věnovat se i fyzickým aktivitám, které mohou pomoci k dosažení doporučené hmotnosti (Bowden; Tannis, 2009).

Druhý trimestr je období mezi 13. a 27. týdnem. Plod začíná být díky svému růstu energeticky náročnější, a proto se zvyšuje i rychlost nabírání hmotnosti. Velmi obvyklým problémem jsou strie, malé tmavě červené jizvičky na prsou nebo na břiše. Jejich vznik je způsobený geneticky, hormonálně, ale i mechanickým napínáním kůže v těchto oblastech. Pomoci může dostatečná konzumace vhodných zdrojů tuků a potravin ovlivňujících zdraví pokožky. Problém strií je také

nepříjemnější pokud žena trpí obezitou a kůže je napínána nad normální hranici (Bowden; Tannis, 2009).

Třetí trimestr začíná 28. týdnem a trvá až do porodu. Toto období již ženy výrazně pociťují zvýšenou váhu a omezený pohyb. Výrazně zvětšená děloha doléhá na žaludek a může docházet k pálení žáhy. Také hormonální změny zapříčiňují sníženou funkci uzávěru mezi žaludkem a jícnem. Proti tomu může pomáhat konzumace menších porcí, nesmí být ale zapomínáno na adekvátní energetická zisk. Vzhledem k zvýšenému riziku tvorby edémů v tomto období je klíčová konzumace draslíku, sodíku a dostatku bílkovin, aby se hromadící tekutina, která je výrazným faktorem váhového zisku v tomto trimestru, udržovala v krevních cévách (Bowden; Tannis, 2009).

Celkově vidíme, že strava má na přibývání váhy v těhotenství velký vliv. Pro předejití nadměrnému gestačnímu zisku (rozdíl mezi hmotností před těhotenstvím a poslední hmotností před porodem) je třeba dodržovat vhodný kalorický příjem, ale dbát i na vyváženost nutrientů, aby nebyly zanedbány složky, které jsou v tomto období pro matku i dítě důležité a jejich příjem musí adekvátně stoupnout. Důležitá je i informovanost. Výsledky studií byly různé a zvláště u obézních žen nebyly tak úspěšné, přesto byla často zaznamenávána pozitivní změna jídelníčku byť bez výrazného vlivu na hmotnost. Je k diskuzi do jaké míry jsou tyto pozitivní změny jídelníčku přirozenou reakcí na těhotenství a jak moc je to ovlivňováno snahou o dosažení doporučeného gestačního zisku.

## **5 Úspěšnost intervencí do životosprávy těhotných žen**

Bylo děláno několik studií s cílem odhalit, zda zásahy do životosprávy matek mohou ovlivnit gestační zisk. Výsledky byly různé. Ukázalo se, že obezita z předchozích těhotenství negativně ovlivňuje metabolismus sacharidů, což může být zlepšeno, pokud žena příjem sacharidů sníží. Kalorický obsah stravy byl zachován a nebyly pozorovány žádné negativní dopady na plod (porodní hmotnost apod.) (Borberg a spol., 1980).

Další studie byla zaměřena na zjištění, jak různé intervence do životosprávy matek mohou ovlivnit gestační zisk. Byla vybrána skupina zdravých těhotných žen s různým BMI a byla sledována od otěhotnění až do 1 roku po porodu. 179 žen mělo přírůstky váhy monitorované a bylo jim poskytováno vzdělávání ohledně vhodné životosprávy zabraňující nadměrnému přibývání na

váze během těhotenství. Zbýlých 381 žen tvořilo kontrolní skupinu. Výsledky ukázaly, že snížení rizika zisku přílišné váhy během těhotenství takovouto intervencí bylo úspěšné pouze u žen, které netrpí nadváhou. Ženy s nadváhou z interveční skupiny měly výsledky srovnatelné s ženami s nadváhou z kontrolní skupiny (Olson a spol., 2004).

Obdobný výsledek získal výzkum z roku 2002, zabývající se prevencí nezdravých gestačních zisků u nastávajících matek. Zaměřil se opět na výživové poradenství i informování o vhodné a přiměřené fyzické aktivitě. U intervenční skupiny klesl podíl žen s normálním BMI a vysokým gestačním ziskem nebo problémy s návratem k původní hmotnosti. Celkový gestační zisk, fyzická aktivita i zadržování hmotnosti po porodu však zůstaly nezměněny (Polley a spol., 2002).

Výzkum vlivu individuálního poradenství ohledně stravy a fyzické aktivity dělaný na ženách s BMI  $23.7 \pm 3.9$  ukázal, že se ženy stravovaly sice zdravěji (stoupal počet konzumované zeleniny a ovoce) a také nebyli evidováni žádní novorozenci s nadměrnou porovnní hmotností (oproti kontrolní skupině, kde jich bylo 15%), ale celkový gestační zisk a podíl cukrů v potravě se nezměnil (Kinnunen a spol., 2007).

Výzkum z téhož roku zaměřený na ženy s BMI  $35 \pm 4$  ukázal, že u žen, které absolvovaly 10 šedesátiminutových individuálních konzultací, měly oproti kontrolní skupině nižší hladiny inzulínu a leptínu, menší příjem tuků i nižší hladinu glukózy nalačno v 36. gestačním týdnu (Wolff a spol., 2007).

## 6 Fyzická aktivita v těhotenství

Jedním z důležitých faktorů ovlivňujících přibývání tělesného tuku v těhotenství je fyzická aktivita. Časté zvýšení hmotnosti těhotné nad normální rámeček je právě v ukládání tělesného tuku, zvláště pokud žena trpěla již před otěhotněním obezitou. V takových případech, kdy nabraná hmotnost není ve fyziologických normách, dochází k potížím při návratu k původní váze po porodu. Naopak optimální cvičení může zotavování a nastolení původní hmotnosti velmi kladně ovlivnit.

V důsledku zvýšené hmotnosti během těhotenství jsou více namáhány určité tělesné partie a dochází k různým obtížím, které lze správným cvičením zmírňovat. Trénované svaly jsou také nemalou výhodou při porodu (Wessels; Oellerich, 2006).

Byly dělány studie zkoumající vztah mezi fyzickou aktivitou v těhotenství a přibývání na váze. Ukázalo se, že díky sedavým zaměstnáním i koníčkům má většina žen fyzickou aktivitu

v těhotenství velmi nízkou a naopak nárůst hmotnosti nad doporučení byl častý. Projevilo se to hlavně ve třetím trimestru, kdy měly aktivní ženy nižší přírůstky váhy než neaktivní (Haakstad a spol., 2007).

Přibývání hmotnosti je důsledkem dlouhodobé pozitivní energetické bilance, která může nastat i během těhotenství a přiměřená fyzická aktivita ji může snížit do doporučených hranic. V roce 2009 byla uskutečněna studie shromažďující důkazy týkající se vztahu mezi pravidelným cvičením během těhotenství a těhotenským přibýváním na váze. Kritéria této systematické sbírky byla následující: kontrolované náhodné studie, jednalo se o zdravé ženy, do fyzické aktivity kontrolní skupiny nebylo nijak zasahováno, odděleně byl zaznamenáván hmotnostní přírůstek kontrolní (bezzásahové) skupiny a skupiny s podporou fyzické aktivity a intervence byly založeny výhradě na fyzické aktivitě (aby různé diety nebo změny životosprávy neovlivňovaly výsledek výzkumu).

Fyzická aktivita žen byla přepočítávána na tzv. metabolické ekvivalenty (MET) vyjadřující energetický výdej, aby bylo možno porovnávat různá cvičení a sporty, kterým se ženy v průběhu těhotenství věnovaly. Nebyl ale stanoven žádný konkrétní počet metabolických ekvivalentů v závislosti na efektivitě cvičení. Celkově se došlo k závěru, že výzkumy nebyly jednoznačné a že docházelo k odlišným výsledkům u žen s normální váhou a nadváhou. U těch nebyla redukce váhy na základě fyzické aktivity až tak výrazná. (Streuling a spol., 2011).

Jedna ze studií zkoumala vztah mezi intenzivním cvičením, tělesnou hmotností matky a porodní hmotností novorozence. 160 gravidních žen bylo náhodně rozděleno, buď ke kontrolní skupině nebo skupině s iniciovanou fyzickou aktivitou. Výcvikový program byl zaměřený na lehké posilovací cviky v druhém a třetím trimestru, třikrát týdně 35 – 40 min. U novorozenců se zaznamenávalo Apgar skóre, porodní hmotnost, délka, obvod hlavy a gestační věk v době porodu. Také u matek byla změřena výška, váha a gestační zisk. Ve výsledcích můžeme vidět, že mateřské ani novorozenecké charakteristiky se mezi skupinami neliší, z čehož byl vyvozen závěr, že lehký trénink v tomto období těhotenství nemá na plod negativní vliv. Naopak se ukázalo, že fyzická aktivita zmírnila negativní následky zvýšeného pretěhotenského BMI na porodní hmotnost novorozence (Barakat a spol., 2009).

Bylo prokázáno, že intenzivní cvičení v počátcích těhotenství ovlivňuje fetoplacentární růst. Po 32 týdnů od početí se skupina žen (dříve pravidelně cvičících) rozdělila na část, která se dále věnovala fyzické aktivitě a část, která neměla pravidelný pohyb. Potomci cvičících žen byli podstatně těžší a delší. Zároveň u fyzicky aktivních žen byl v druhém trimestru pozorován rychlejší růst placenty. Procento novorozeneckého tuku, ani mateřské hmotnosti se nezdálo být výrazně ovlivněno (Clapp a spol., 2000).

Naopak aerobní cvičení ve druhé polovině těhotenství může zapříčinit nižší porodní hmotnost novorozenců a to díky snížení koncentrace peptidů souvisejících s růstem, což dokazuje souvislost cvičení s endokrinní regulací růstu plodu. Tyto účinky se však netýkaly matek, jejichž citlivost na inzulin zůstávala nezměněna (Hopkins a spol., 2010).

Oproti tomu u jiné studie zaměřené na obézní těhotné ženy ukazovaly výsledky pozitivní změnu. Zatímco u kontrolní skupiny se během těhotenství snižovala tolerance na glukózu, u cvičících žen ne. U těch také krom toho docházelo k postupnému zlepšování fyzické zdatnosti (Ong a spol., 2009).

Ženy s nadváhou nebo obézní ženy by měly být motivovány k pravidleným lehkým sportovním činnostem, například k chůzi. Ukazuje se, že 10 min 3x za den je stejně účinné jako půl hodiny najednou (Blair a spol., 2004).

Bylo zjištěno, že přiměřená fyzická aktivita během druhého a třetího trimestru těhotenství nemá negativní dopad na porodní hmotnost novorozence ani na jeho zdraví. Naopak zahájení vhodného cvičení pro matky, které již před těhotenstvím měly nepřiměřenou tělesnou hmotnost, může zmírnit nepříznivé následky matčiny nadváhy pro plod (Barakat a spol., 2009).

Kromě toho pravidelná fyzická aktivita přispívající k dobré kondici nastávající matky přispívá také k menšímu množství komplikací při porodu oproti případům matek se špatnou fyzickou kondicí (Zwinger a spol., 2004; Roztočil a spol., 2001).

Při intenzivnější zátěži se objevuje u plodu tachykardie o 5 – 25 tepů za minutu, vyvolaná krátkodobou hypoxií nebo hormonální stimulací. Tato reakce je podobná jako při porodu, jedná se o ochranný mechanismus usnadňující transport kyslíku přes placentu. Pokud je tento stav krátkodobý, nebylo prokázáno, že by měl na plod negativní účinek. Pokud jsou dodržovány ostatní zásady v přísunu energie a cvičení nepřekračuje polovinu intenzity obvyklého zatížení před početím, není ovlivněna ani hmotnost plodu. Byl zkoumán i vliv fyzické aktivity na průběh porodu u trénovaných sportovkyň, ale žádná pozitiva ani negativa se neprokázaly. V některých případech se hovoří o kratší první a druhé době porodní. Také se zkoumal vliv pohybu na velikost plodu. Tady byly výsledky rozporuplné. Některé zdroje ukazovaly, že větší děti měly matky se střední fyzickou aktivitou a nesportující ženy porodily spíše malé děti, ale existují i opačné výsledky, třeba že hmotnost plodu roste s omezením fyzické aktivity (Máček, 2011).

## 6.1 Vliv fyzické aktivity v těhotenství na obtíže spojené s vyšší hmotností

Vlivem fyzické aktivity na těhotenský diabetes mellitus (GDM) se zabývala také jedna americká studie. Pomocí dotazníků na nejrůznější druhy cvičení, ale i času stráveným před televizí nebo sedavým způsobem zaměstnání zjistila, jaké jsou průměrné týdenní energetické výdaje v MET za hodinu u těhotných žen. Ukázalo se, že intenzivní fyzická aktivita snižuje riziko GDM. Například u chůze byl prokázán pozitivní vliv u větší rychlosti, samotná doba chůze nebyla významně spojena s rizikem GDM. Celkově bylo zjištěno, že intenzita fyzické aktivity je u vlivu na GDM důležitým ukazatelem účinnosti. Během výzkumu byla relativní rizika upravena pro věk, etnický původ, kouření cigaret (někdy v minulosti, nebo současné), rodinnou anamnézu diabetu I. stupně, příjem alkoholu, dietní faktory (celková energie, podíl obilovin a vlákniny, glykemické zatížení a podíl celkového tuku) a indexu tělesné hmotnosti. Na grafech znázorňujících výsledek je vidět, že intenzivní fyzická aktivita ve srovnání s celkovou byla výrazně účinnější jako faktor prevence GDM (Zhang a spol., 2006).

Vhodné fyzické aktivity v kombinaci s dietní terapií přispívají nejen ke snížení tělesné hmotnosti, ale také ke zlepšení citlivosti k inzulínu u pacientů s GDM. Intenzivní cvičení může také výrazně zlepšit celkovou inzulínovou senzitivitu a neoxidační metabolismus glukózy.

Ukázalo se, že fyzická aktivita v dospívání a rok před početím je nejlepší prediktor fyzické aktivity v průběhu těhotenství. Více než 75% žen, které se věnovaly sportu pravidelně před otěhotněním, ho i nadále vykonávaly, byť se sníženou intenzitou a délkou (Zhang a spol., 2006).

Dále se studovaly souvislosti fyzické aktivity s preeklampsií. Patologické mechanismy preeklampsie jsou podobné s mechanismy v kardiovaskulárních onemocněních, proto se předpokládalo, že by na ně fyzická aktivita (podobně jako na kardiovaskulární choroby) mohla mít pozitivní účinek. Autoři hodnotili pravidelnou fyzickou aktivitu během časného těhotenství na riziko vzniku preeklampsie a těhotenské hypertenze. U preeklampsie se potvrdilo, že fyzická aktivita snižuje její riziko, u hypertenze nikoli (Saftlas a spol., 2004).

Zároveň je ale třeba zohlednit, které cvičení budou ženy s rizikem preeklampsie pravděpodobněji dodržovat. Což se překvapivě ukázalo, že je strečing oproti chůzi. Také byly porovnány výsledky těchto dvou typů sportovních aktivit na ženy a ukázalo se, že ženy provozující strečing měly nižší tepovou frekvenci a nižší tlak. Hmotnost byla u obou skupin stejná (Yeo, 2009).

Také byl prokázán pozitivní přínos fyzické aktivity na kardiorespirační kapacitu. Účastnice výzkumu byly ženy s BMI 26 – 31 (ale bez hypertenze, diabetu nebo jiných ovlivňujících faktorů), které absolvovaly 3 hodinové tréninky týdně po dobu 12 týdnů. Jejich kardiorespirační kapacita



byla výrazně lepší než v kontrolní skupině a tím i zmírněný dopad jejich obezity na plod (Santos a spol., 2005).

Zvyšování tělesné hmotnosti v těhotenství má za následek změnu těžiště těla a narušení rovnováhy. Dochází ke zvětšování bederní hyperlordózy a bolesti zad z důvodu přetížení svalů a vazů (především střední a dolní části páteře). Nejsou výjimečné ani bolesti horních končetin, které můžou být způsobeny předsazením krční páteře a flexí hrudního pletence. Tím dochází k tlaku na nervus ulnaris a mediánus. Pojivová tkáň je více elastická a dojde k rozvolnění pánevních spojů. Obtíže jsou o to větší, pokud žena trpí obezitou. Podobné je to v případě plochých nohou. Zvětšený tlak na nožní klenbu způsobuje její přetížení a bolesti při chůzi nebo stání. Lze tomu vhodným cvičením a posílením dotyčného svalstva předejít. Při cvičení v těhotenství je dobré se zaměřit na ovlivnění nepříznivé změny některých tělesných oblastí. Týká se to především posílení břišních a prsních svalů a také posílení, ale i uvolnění pánevního dna. Cvičení na správné držení těla, zmenšení rizika plochých nohou a křečových žil, podpora střevní peristaltiky a udržení vitální kapacity plic (Volejníková, 2005).

Studie zaměřené na vliv fyzické aktivity v těhotenství na bolesti zad a kinematiky páteře ukazují, že je to vhodný způsob jak tyto obtíže zmírnit. Skupina gravidních žen se na cvičení podílela třikrát týdně v druhé polovině těhotenství. V 17. - 22. týdnu těhotenství všechny vyplnily dotazník o bolesti zad a po následujících 12 týdnech se věnovaly cvičení. Bylo vyhodnoceno, že cvičení výrazně snižuje intenzitu bolesti dolní poloviny zad a také díky němu klesá pružnost páteře. Nebyl zjištěn žádný účinek na lordózu, ani cvičení nijak negativně neovlivnilo plod (Garshasbi a spol., 2005).

Cvičení v těhotenství však přináší i pozitivní vliv na psychiku matky díky vyplavování endorfinů. Výzkum zaměřený na fyzické i psychické změny u cvičících těhotných žen potvrdil, že ve srovnání s kontrolní skupinou na tom byly sportující ženy mnohem lépe (Marquez-Sterling a spol., 2000).

## **6.2 *Vhodné a nevhodné fyzické aktivity v těhotenství***

Námaha v těhotenství by měla být přiměřená a úzce se odvíjí od toho, jak žena sportovala před otěhotněním. Ve většině sportů je možné s mírnými omezeními pokračovat. Nadměrná zátěž (např. při výkonostních sportech) není vhodná, jelikož dochází k nadbytku kyseliny mléčné ve tkáních a může dojít k hypoxii plodu. Také je dobré vyhýbat se sportům při kterým je zvýšená pravděpodobnost mechanického poškození plodu, jako je např. běh kvůli otřesům a potom sporty

s vysokým rizikem pádu nebo úderu do břicha (lyžování, bojové sporty, horolezectví, jízda na koni apod.) (Zwinger a spol., 2004; Roztočil a spol., 2001).

Byly zkoumány i konkrétní druhy sportů z hlediska bezpečnosti a účinnosti na změnu mateřské hmotnosti. Bylo vybráno 71 žen se sedavým způsobem života, které se po dobu těhotenství věnovaly vodnímu aerobiku nebo pokračovaly beze změny ve fyzické aktivitě. Bezpečnost plodu byla zkoumána pomocí měření krevního tlaku a srdeční frekvence před, během i bezprostředně po aktivitě, dále také byl hodnocen výskyt předčasných porodů, porodní hmotnost a adekvátní hmotnost ke gestačnímu věku. Vyvozené závěry ukazovaly na bezpečnost vodního aerobiku, ale také jeho neúčinnost na gestační zisk (Cavalcante a spol., 2009).

Myslím si, že fyzická aktivita v těhotenství je dobrou strategií na dosažení doporučeného hmotnostního zisku. Ve všech výzkumech vidíme shodný výsledek, že vhodně zvolené cvičení nemá na plod negativní dopad, spíše naopak. Vliv na hmotnost plodu byl u různých studií rozporuplný.

## 7 Kouření

Kouření spadá mezi jednu z hlavních příčin hypotrofie novorozenců (Gordon a spol., 1996). Má samozřejmě na plod i další negativní účinky, jako zvyšování rizika předčasného porodu, mimoděložního těhotenství, spontánního potratu a poruch funkce placenty. Snížení porodní hmotnosti dětí kouřících matek je v průměru o 100 – 300 g. Nepříznivé účinky kouření podporuje konzumace alkoholu a kávy. K poškození placenty dochází vlivem toxických látek, hlavně kadmia, obsažených v cigaretovém kouři. To má za následek také předčasné porody, jelikož působí na prostup iontů vápníku v děložní hladké svalovině a působí tak na mechanismus kontrakcí dělohy. Zvýšená produkce některých hormonů (např. noradrenalinu, adrenalinu, acetylcholinu) způsobená nikotinem snižuje prostup živin placentou k plodu. Dochází také k hypoxii, která je zapříčiněna zvýšeným obsahem karboxylhemoglobinu v krvi plodu (Oken a spol., 2008).

I v Čechách byly dělány výzkumy potvrzující, že děti kuřáček mají nižší porodní hmotnost i menší parametry. Dokonce se tento vliv potvrdil i na pasivních kuřáčkách. Naopak novorozenci bývalých kuřáček byli těžší, což může být dáno i známou skutečností, že lidé, kteří zanechali kouření, mají vyšší příjem potravy. Zároveň ale studie potvrzují, že děti kuřáček mají v pozdějším věku větší sklony k nárůstu tukové hmoty a obezitě, ale i ke kardiovaskulárním chorobám (Hrubá

a spol., 2009).

Byl dělán výzkum vlivu kouření na přírůstek hmotnosti matky. Zjistilo se, že závažnost kouření úzce souvisí s gestačním ziskem. Matky nekuřačky dosáhly během těhotenství vyšší hmotnosti než střední kuřačky (1 – 14 cigaret denně) a nejhůře na tom byly těžké kuřačky (>15 cigaret denně), které měly hmotnostní zisk nejmenší. Dokonce i ženy, které přestaly kouřit před porodem, získaly větší hmotnost než stálé kuřačky. Analýza ukázala, že velká část negativního účinku na plod se děje skrz ovlivnění mateřské hmotnosti, a proto se také došlo k závěru, že matky kuřačky by se měly pokusit o vyšší hmotnostní zisk, aby snížily negativní dopad kouření na své děti (Secker-Walker, 2003).

## 8 Metabolismus

Během těhotenství dochází k rozsáhlým změnám v metabolismu. Je to dáno rychlým růstem placenty, plodu a jeho energetickým nárokům. V důsledku toho dochází ke změně v produkci a sekreci určitých hormonů a tvorbě nových hormonů ve fetoplacentární jednotce. Celkově se v tomto období zvýší metabolismus matky až o 20% a tím pádem stoupá i jeho potřeba kyslíku. 80% z toho spotřebuje plod (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

### 8.1 Voda

Velmi důležitý je v tom i metabolismus vody. Objem celkové tělesné vody stoupne cca o 7 l. Z tohoto množství 1,2 – 1,5 l je zodpovědné za zvýšení objemu krve a až 5 l na zvýšení extracelulární tekutiny v důsledku působení estrogenů. Objem plazmy závisí na velikosti plodu i na výšce matky. U vysokých žen může dosáhnout až 100%, průměr je kolem 50% (tzn. 1250–1400 ml) (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

Nejvíce zadržované vody je kolem období porodu, aby bylo možno nahradit krevní ztráty porodem způsobené. Při spontánním porodu činní kolem 0,5 l při císařském řezu až 1 l. Tato voda je využita při dehydrataci a náhradě plazmy. Zadržování vody je řízeno z několika směrů. Dochází ke snížení osmotického prahu pro žížen a naopak zvýšení vylučování antidiuretického hormonu (ADH). Společně se zadržováním vody bylo také pokázáno zadržování sodíku. Dále dochází k částečnému zúžení dolní duté žíly, za což může zvětšená děloha. Časté edémy dolních končetin

v tomto období jsou způsobeny sníženým tkáňovým koloidně osmotickým tlakem (Schrier, 2001).

Ženy by tedy během těhotenství měly přijímat dostatek tekutin ( 3 – 4 l denně), jejich nedostatek se může projevit zácpou nebo močovými kameny. Zdravá prvorodička netrpící edémy sníží svou váhu po porodu o zhruba 2 kg během následujících 10 dnů, což je dáno převážně ztrátami vody. (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

Byla dělána studie zkoumající podíl různých složek v těle těhotných žen a souvislost s hmotnostním ziskem. Bylo potvrzeno, že přírůstek hmotnosti významně koreluje s množstvím v těhotenství získané vody, dále pak s množstvím draslíku, bílkovin a tukové hmoty. Přírůstky vody v těle se nelišily mezi ženami s různým BMI. Podle tohoto výzkumu množství zadržované vody nemělo (na rozdíl od tuku) vliv na poporodní návrat k původní hmotnosti (Butte a spol., 2003)

## **8.2 Proteiny**

Ve druhých dvou trimestrech těhotenství se z přijaté potravy ukládá 5 – 6 g proteinů za den. Energetické nároky jsou již zvýšené a proto je třeba přijímat i větší množství cukrů a tuků, protože jinak by tato potřeba byla nahrazována katabolismem mateřských bílkovin. V případě, že je příjem nedostatečný a pokrývá pouze energetické nároky matky a plodu a nezbývá na syntézu nových tkáňových proteinů, může docházet k hypoaminoacidémii matky, jelikož aminokyseliny jsou snadno transportovatelné přes placentu k plodu (King, Janet, 2000).

Důležitý je také dostatek alaninu, jelikož je hlavním prekurzorem pro glukoneogenezi v játrech matky. Před porodem koncentrace proteinů plazmy klesne ze 70 g/l až na 60–65 g/l (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

## **8.3 Sacharidy**

Těhotenství je typické hyperglykemií a sníženou reakcí na hormon inzulin. Velké rozdíly oproti normálnímu stavu jsou v tom, že před jídlem je hladina glukózy výrazně snižena (příčinou je transport do fetoplacentární jednotky) a po jídle naopak delší dobu přetrvává vyšší. Udržování správné hladiny glukózy v těhotenství je velmi důležité, neboť je to základní energetický zdroj pro plod a hladina glukózy v plazmě plodu je závislá na hladině glukózy v plazmě matky oproti hladině inzulinu, který si plod již v 9. - 10. týdnu začíná vyrábět sám, tudíž si i svou glykémii řídí sám.

Těhotenství je obecně období potencionálně diabetogenní. U matky hypertrofují pankreatické

B – buňky a tím nezanedbatelně stoupá sekrece inzulinu (2 – 3x oproti normálu). Metabolismus inzulinu je mimo jiné řízen inzulinázou (tvořenou v placentě) a sekrecí placentárního laktogenu (hPL), díky kterému stoupá rezistence jater a potažmo i periferních tkání na zvýšenou hladinu inzulinu (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

Jeden z výzkumů prokázal, že příjem sacharidů se podílí na zvýšení hmotnosti během těhotenství. Gravidní ženy byly náhodně rozděleny do dvou skupin, přičemž první skupina měla dietu zaměřenou na potraviny s nízkým glykemickým indexem a druhá skupina byla kontrolní, bezzásahová. Přestože koncentrace glukózy v krvi byla během těhotenství u obou skupin podobná, první skupina měla prokazatelně nižší hmotnostní nárůsty (Perichart-Perera a spol., 2012).

## **8.4 Tuky**

Vyšší hladina estrogenů a hPL způsobuje, že hladina lipidů v mateřském séru těhotné ženy se blíží téměř 10g/l (u netěhotných bývá 4 – 9g/l). Zvyšuje se především koncentrace triglyceridů (trojnásobně), fosfolipidů a cholesterolu pouze dvojnásobně. Přírůstek triglyceridů v plazmě je způsoben primárním zvýšením very low density lipoproteinu (VLDL). Dochází také k zvýšení poměru LDL : HDL. Vyšší hladina low-density lipoproteinu (LDL) cholesterolu je dána působením hormonů estrogenu a progesteronu na jaterní buňku a stoupá až do 32. týdne, kdy je nejvyšší. Oproti tomu high density lipoprotein (HDL) cholesterol dosahuje nejvyšších hodnot již v 25. týdnu a následně klesá až do 32. týdne, poté se již udržuje na stejné hladině až do porodu. Tento pokles je dán rezistencí na zvýšenou hladinu inzulinu typickou pro toto období (Müllerová, 2004; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

Odbourávání uloženého tuku je v první polovině těhotenství inhibováno anabolickou aktivitou inzulinu, s blížícím se porodem však začíná být stimulováno vlivem zvýšené tvorby a sekrece hPL. V tomto období se hlavně před jídlem nebo při hladovění objevuje vyšší koncentrace volných mastných kyselin v plazmě jako zdroj energie pro matku, jelikož glukóza a aminokyseliny jsou hojně transportovány k plodu. Tato vyšší koncentrace je příčinou tvorby ketolátek a tím i rizika ketoacidózy, pokud žena dlouhou dobu hladoví. K návratu k původním hodnotám dochází po porodu velmi brzo (Müllerová, 2004 ; <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>).

Tuky se v mateřském organizmu shromažďují jako zásobárna energie až do 30. týdne, aby následně mohly být spotřebovávány, když energetické požadavky plodu stoupají. Dá se říci, že je to i takové zabezpečení v případě nežádoucího hladovění. Množství cholesterolu se zvyšuje z obvyklých 3,9 mmol/l až na 6,5 mmol/l. Celkový přírůstek tuku také koreluje s porodní

hmotností novorozence a to převážně přírůstek tuku získaného na počátcích těhotenství (Villar a spol., 1992)

## 9 Výška matky

Doporučuje se, aby ženy malého vzrůstu (<157 cm) měly nárůst hmotnosti na dolní hranici doporučené pro jejich BMI. Přestože ženy s malou výškou měly zvýšené riziko porodu císařským řezem, nebyla zatím zjištěna přímá souvislost s gestačním ziskem. Oproti vyšším ženám nemají ani zvýšené riziko problémů s návratem k své původní hmotnosti (Institute of Medicine, 2009).

## 10 Věk matky

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje kolik žena během těhotenství přibere, je její věk. Ať už jsou ženy velmi mladé (< než 16 let) nebo naopak ve věku  $\geq 35$  let, má to jak na ně, tak na plod výrazný vliv.

### 10.1 Dospívající

Těhotenství v dospívajícím věku nebo méně než dva roky po první menstruaci bylo spojeno se zvýšeným rizikem předčasného porodu, vyšší neonatální úmrtností a nízkou porodní hmotností (Chen a spol., 2007).

Ke snížení těchto rizik bylo doporučeno, aby gestační zisk těchto mladých dívek byl na horní hranici doporučeného pro jejich BMI. Pro těhotné v nízkém věku platí, že stále rostou a v jedné studii se ukázalo, že během těhotenství nejsou schopny dostatečně efektivně využívat přijímaný tuk pro růst plodu, nýbrž stále pracují na vlastních tukových zásobách. Nejvýrazněji se to projevilo, pokud dívky byly během doby svého růstu těhotné již podruhé. Při prvním těhotenství nebyl zjištěn až tak markantní rozdíl mezi rostoucími a nerostoucími matkami, ale při druhém těhotenství byla kompetice o živiny mezi matkou a plodem výrazná, což je argument pro doporučení relativně vyššího hmotnostního přírůstku (Scholl a spol., 1994).

V dalším výzkumu se potvrdilo, že mladší matky mají vyšší gestační zisky, ale vliv na novorozence nebyl zcela jasný. Obecně se dalo shrnout, že vztah mezi hmotnostním přírůstkem a zdravím novorozence i rizikem budoucí nadváhy pro matku je velmi podobný jako u dospělých žen (Howie a spol., 2003).

## **10.2 Starší ženy**

Porod ve vyšším věku je spojen s většími riziky pro novorozence, např. větší úmrtností (Fretts, 2005; Reddy et al, 2006) i pro matku např. hypertenze, diabetes, komplikace v těhotenství a při porodu (Joseph a spol., 2005).

V porovnání s mladšími ženami bylo prokázáno, že matky nad 35 let mívají významně nižší průměrný gestační přírůstek, ale častěji trpí obezitou. V celkovém příjmu energie nebyl zjištěn významný rozdíl mezi mladšími a staršími ženami, ale mladší měly výraznější přísun energie i nárůst hmotnosti ve třetím trimestru: 9,5 kg ve srovnání s 7,6 kg u matek pokročilejšího věku (Institute of Medicine, 2009).

## **11 Etnický původ**

Bylo děláno několik studií, zkoumajících vliv etnické příslušnosti na vzrůst hmotnosti během těhotenství. Bylo zjištěno, že černošky jsou vystaveny většímu riziku pro získání nižší váhy než je doporučeno a také se zdaleka tak často jako u bělošek nestávalo, že by doporučené gestační přírůstky překročily.

Závěry z tohoto výzkumu byly ovšem nejednoznačné. Dospělo se k závěru, že byl nedostatek údajů na národní úrovni a nedostatek údajů o BMI před otěhotněním, aby bylo možno učinit závěry o vlivu etnické příslušnosti na gestační zisk během těhotenství (Chu a spol., 2009).

## **12 Socioekonomický status**

Výsledky jedné studie ukazují, že ženy s méně než 12 lety vzdělávání s větší pravděpodobností

získají hmotnostní přírůstek menší než 7,5 kg a je méně pravděpodobné, že získají více než 15 kg, ve srovnání s ženami s více než 12 lety vzdělávání. Studie se také zabývaly tím, jak gestační zisk může ovlivnit nedostatek potravin. Nedostatek potravin definovali jako ne vždy dostupnou nutričně vyváženou a bezpečnou stravu, nebo pokud byla nejistá schopnost získat vhodné potraviny společensky přijatelným způsobem. Výsledek tohoto výzkumu byl velmi překvapivý, neboť se ukázalo, že výskyt nadváhy a obezity u žen žijících v domácnostech s nedostatkem potravin byl vyšší než u žen se zajištěným příjmem stravy. V literatuře zabývající se stravovacími návyky můžeme nacházet možná vysvětlení, že nejistý příjem potravin může vést k velkému zaujetí jídlem, až příležitostnému přejídání. Domácnosti s nedostatkem potravin mají tendenci k nákupu kaloricky velmi bohaté stravy obsahující nevhodné množství tuků a cukrů, což je považováno za adaptivní reakci na potravinovou nejistotu (Drewnowski, Darmon, 2005).

### **13 Genetická charakteristika**

Přestože výzkumy vlivu sekvence DNA na regulaci tělesné hmotnosti jsou velmi rozšířené, jen málo z nich se zabývá otázkou vlivu genetiky na hmotnost v těhotenství. Jedním z mála důkazů o genetickém gestačním přírůstku je studie zaměřená na jednonuklidové polymorfismy v jednotlivých genech. Tyto studie se zaměřují na účinek alelické substituce Trp64Arg v adrenergním receptoru genu pro beta-3 (ADRB3) na tělesnou hmotnost v průběhu těhotenství. Bylo prokázáno, že alela 64 Arg souvisí se zvýšenou hladinou leptinu (Ramis a spol., 2004; Festa a spol., 1999)

Ukázalo se, že rakouské matky homozygotní pro alelu Trp64Arg získaly větší váhu mezi 20. a 31. týdnem těhotenství než heterozygotní matky (Festa a spol., 1999).

Mezi těhotnými ženami s diabetem 2. typu 12,2% homozygotů a 19,2% heterozygotů pro alelu Trp a 28,6 % homozygotů pro alelu Arg získalo větší přírůstek BMI během těhotenství (Yanagisawa a spol., 1999).

Na rozdíl od toho tu ale máme řeckou studii, která nezpozorovala žádný vliv ADRB3 genotypů na rychlosti přírůstku tělesné hmotnosti měřené mezi 28. a 36. gestačním týdnem (Alevizaki a spol., 2000).

Podobně nebyly zjištěny žádné rozdíly v gestačním zisku mezi 24. a 31. týdnem těhotenství v thajské populaci (Tsai a spol., 2004).



Ani v největší studii zahrnující 627 těhotných žen z Itálie nebyl dokázán žádný účinek polymorfismu ADR $\beta$ 3 na gestační zisk. V té samé studii byl ještě sledován marker v substrátu inzulínového receptoru 1 (IRS-1) genu a ani zde nebyla prokázána spojitost s nárůstem těhotenské hmotnosti (Fallucca a spol., 2006).

Trp64Arg a ADR $\beta$ 3 jsou geny související s obezitou. Ve studiích bylo dokázáno, že jejich nositelé mají vyšší riziko nadměrného BMI oproti kontrolní skupině (Ochoa a spol., 2004).

U tureckých těhotných žen byl zkoumán polymorfismu Pro 12Ala v gama 2 receptoru aktivovaného proliferátory peroxizomů. Mezi ženami, které trpěly gestačním diabetem mellitu, ty s polymorfismem Pro 12Ala získaly v průběhu těhotenství vyšší váhu. Mezi nediabetickými těhotnými ženami, ty homozygotní pro T alelu měly podstatně větší váhové zisky ( $17,4 \pm 0,9$  kg) než ty, které mají alelu C ( $15,1 \pm 0,4$  kg). Výsledek však mohl být ovlivněn i tím, že studie zahrnovala ženy z různých etnických skupin (Tok a spol., 2006).

## 14 Onemocnění

Už v minulých kapitolách byla často nastítěna souvislost hmotnostního přírůstku s různými onemocněními. V některých případech je ovlivnění vzájemné a vysoký váhový zisk může být jak následkem, tak příčinou dané nemoci. Ale nejen prudký nárůst, ale i pokles hmotnosti během gravidity může být symptomem nějakého onemocnění.

### 14.1 *Diabetes mellitus*

Přibližně u 3 – 5% těhotných žen dojde během gravidity k rozvoji gestačního dieabetu mellitus (GDM). Tento typ onemocnění je třeba rozlišit od diabetu I. nebo II. typu o kterém se ví již před otěhotněním. Pacientky s tímto typem onemocnění mají doporučenou přiměřenou fyzickou aktivitu, upravený jídelníček a každý týden je sledován jejich krevní tlak a hmotnostní přírůstek. Příčinou GDM je inzulínorezistence a zároveň snížená schopnost beta buněk sekretovat dostatek inzulínu. Na obojím má v těhotenství podíl zvýšená produkce reprodukčních hormonů placentou a to především hPL, ale i leptin. Změny v metabolismu inzulínu jsou často pozorovány především u obézních žen. U těhotných s diagnostikovaným GDM bývá také patrný výrazně vyšší hmotnostní přírůstek (Andělová, 2004).

Byly dělány studie dokazující, že GDM patří mezi onemocnění, která jsou důležitým faktorem ovlivňujícím přírůstek váhy v těhotenství. Byla sledována hmotnost žen s GDM od početí do 24. týdne. Tyto ženy dosahovaly vyšších hmotnostních přírůstků než ženy s normální glukózovou tolerancí (Gibson a spol., 2012).

## **14.2      *Další onemocnění***

Když se při pravidelných kontrolách zjistí rychlý přírůstek váhy, jedná se často o prediktor hypertenze (Kudela, 2011).

Nárůst hmotnosti může také svědčit o HELLP syndromu. Je to stav projevující se hemolýzou, zvýšenou hladinou jaterních enzymů a úbytkem trombocytů. Je to onemocnění vzácné a jeho hlavní výskyt bývá mezi 17. gestačním týdnem až do 1 týdne po porodu (Záčeková, 2001).

Zhruba 0,3 – 1% těhotných postihne hyperemesis gravidarum, což je onemocnění charakteristické přetrvávajícím zvracením, ketonurií a úbytkem hmotnosti větším než 5%.

Nečekaný úbytek hmotnosti v těhotenství je obecně považován za jeden z varovných symptomů. Zvláště v počátcích těhotenství společně s průjemem, zácpou, bolestmi břicha často přivádí pacientky k lékaři (Matthews a spol., 2010).

Pokud je hmotnost plodu pod dolní hranicí určenou pro každý týden, může to svědčit o intrauteriní růstové retardaci (IUGR), což je závažný stav projevující se zaostáváním růstu plodu, poruchami metabolismu a dlouhodobou hypoxií. Úbytek váhy může být jedním ze symptomů nejrozličnějších nálezů, např. HIV (Štork, 2008).

Na HIV ženách byla dělána během těhotenství studie zkoumající vliv malého přírůstku váhy na novorozence. Byla dělána antropometrická měření v průběhu 2. a 3. měsíce a byla zjištěna přímá souvislost malé výšky matky a nízkého gestačního zisku s rizikem nízké porodní váhy novorozence, ne však s rizikem předčasného porodu. Hmotnostní ztráty matek během těhotenství také ukazovaly na vyšší četnost úmrtí plodu. Zajímavé bylo, že hubnutí během 2. trimestru vedlo hlavně k fetálním úmrtím, zatímco hubnutí ve 3. trimestru mělo za následek nízkou porodní hmotnost (Villamor a spol., 2004).

## **14.3 Paraziti**

Nepříznivý vliv na těhotenství mohou mít také paraziti. A to jak dříve prodělané nákazy, tak nakažení během těhotenství. Bylo to zkoumáno např. u malárie, kde imunitní odpověď snižovala přísun živin k plodu, čímž docházelo ke snižování hmotnosti. Tlustší trofoblastické membrány zhoršovaly transport živin k plodu. Časté byly také předčasné porody (Steketee, 2003).

Také infekce měchovce způsobující mechanické i enzymatické rozrušení sliznice tenkého střeva ovlivňuje pozdější těhotenství. Infekce jsou časté převážně v mladém věku, přesto matky, které ji v dětství prodělaly, měly prokazatelně nižší váhové přírůstky (Torlesse, 2001).

Podobné následky může mít také např. schistosomiáza. Naopak u filariózy není zatím mnoho důkazů o přímém vlivu na hmotnost nebo výživu v těhotenství. Přestože mnoho parazitárních onemocnění má celosystémové následky, nebyl zdokumentován přímý vliv na nutriční nedostatky v průběhu těhotenství. Obecně zvláště v tropech jsou velmi časté střevní infekce snižující příjem potravy i celkovou hmotnost (Steketee, 2003).

### **14.3.1 Toxoplazmóza**

Toxoplazmóza (velmi rozšířené onemocnění způsobené prvokem *Toxoplasma gondii*) má zprvu ve své akutní fázi podobné příznaky jako chřipka a obvykle samovolně přejde do latentního stadia. Bylo prokázáno, že latentní toxoplazmóza v těhotenství má krom jiného vliv na nadměrné přibývání váhy. Zároveň se však ukázalo, že proti tomuto jsou chráněny ženy s RhD. Nejvýrazněji se to projevilo u hererozygotů. RhD gen je složkou krevního Rh systému a nese silný imunogen D. Jeho přesné fyziologické působení, ochraňující ženy s latentní toxoplazmózou před vyšším nárůstem hmotnosti, není přesně známo (Kaňková, Šulc, Flegr, 2010).

## **15 Následky nadměrného či nedostatečného přibývání hmotnosti**

V Portugalsku byla dělána studie posuzující vztah mezi gestačním ziskem matky v těhotenství a dětskou nadváhou. Účastníci studie byli děti ve věku 6 – 12 let, kterým byl vypočítán BMI, změřen denní přísun energie v potravě a jejichž rodiče poskytli v dotazníku informace o obecné rodinné anamnéze, gestačním ziskem matky v těhotenství a fyzickou aktivitou dětí. U 29% chlapců a 33% dívek byla zjištěna nadváha či obezita. Ukázalo se, že výskyt dětské nadváhy velmi

významně koreluje s výskytem velkého gestačního zisku u matek. Jednalo se o ženy, jejichž hmotnost v těhotenství vzrostla o 16 a více kg. Byl učiněn závěr, že velký přírůstek hmotnosti v těhotenství je významně spojen s vyšším rizikem nadváhy u dětí (Moreira a spol., 2007).

I další studie zkoumající nadváhu sedmiletých dětí ve vztahu ke gestačnímu zisku matky potvrdila, že zvýšení hmotnosti v těhotenství o více než je doporučeno, je významným faktorem dětské obezity. V tomto případě měly děti těchto matek o 48% vyšší pravděpodobnost nadměrného BMI oproti matkám dodržujícím doporučený gestační zisk. Souvislost mezi těhotenským přibýváním na váze a nadváhy u potomků se ukázala nejsilnější u žen, které před početím trpěly podváhou (Wrotniak a spol., 2008).

Ve výsledcích další studie můžeme vidět, že zvýšený váhový přírůstek v těhotenství má vliv na plod až do rané dospělosti. Tento výzkum se zaměřil na matky, které během těhotenství získaly v průměru 14,8 kg. Jejich potomci byli testováni ve věku 21 let. Zjistilo se, že mají v průměru BMI o 0,1 – 0,4 větší pro každých 100 g týdně, o které byl gestační zisk matek zvýšený. Krom toho byl i jejich systolický krevní tlak vyšší, což se může promítnout do většího rizika kardiovaskulárních chorob (Mamun a spol., 2009).

Kromě zvýšeného BMI měly děti matek s vysokými gestačními zisky i další rizikové faktory pro kardiovaskulární choroby, jako je vyšší podíl tukové tkáně, vyšší systolický krevní tlak a nižší HDL cholesterol (Fraser a spol., 2010).

Byla dělána studie posuzující vztahy mezi gestačním ziskem, etnickým původem, věkem, reprodukční historií, vzděláním a rizikem vzniku nadváhy po těhotenství. Výsledky ukázaly, že etnický původ, vzdělání, či rodinný stav nejsou významnými faktory. Naopak první menstruace v příliš mladém věku (<12 let), krátká doba od první menstruace do porodu (<8 let) a vysoký gestační zisk jsou stejně důležité předpoklady pro vznik nadváhy po porodu. Pro každý z těchto faktorů riziko stouplou 2,5 – 3x (Gunderson a spol. 2000).

Nejnižší hranicí, pod kterou by gestační zisk neměl klesnout, je 7 kg. Pokud by celkový zisk hmotnosti byl nižší, projeví se to na nízké porodní hmotnosti novorozence a jeho špatném vývoji. Nízký energetický příjem (zvláště ve druhém a třetím trimestru) může vést k anémii nebo chorioamnionitidě. Pokud gravidní žena hladoví, velmi rychle klesá hladina glukózy v krvi. Organismus na to reaguje vytvářením ketolátů, které snadno pronikají placentou k plodu a vyvolávají u něj metabolické změny (končící v extrémních případech i poškozením mozku) (Hronek, 2004).

Výzkumy potvrzují, že u matek, které nedosáhly doporučeného gestačního zisku, byl časější výskyt předčasných porodů a také měly tyto ženy častěji potíže s kojením. Studie byly dělány

i v rozvojových zemích a dosahovalo se podobných výsledků (Viswanathan a spol., 2008; Han a spol., 2011).

Z toho plyne, že jak vysoký, tak nízký gestační zisk může plod nepříznivě ohrozit a že váhový přírůstek v době těhotenství pozitivně koreluje s prenatálním růstem dítěte a následně i s porodní váhou dítěte.

## 16 Závěr

Přírůstky váhy v těhotenství jsou výsledkem působení mnoha různých činitelů. Pro dosažení optimálního hmotnostního přírůstku je dobré již před početím dosáhnout doporučeného BMI. Déle je velmi důležitým faktorem strava, kde by mělo být přihlédnuto k specifickým požadavkům každého trimestru, měla by se věnovat pozornost energetické hodnotě stravy, ale nesmí být přitom opomíjeny nutrienty nezbytné pro zdraví matky i plodu.

Podobně by žena, snažící se o doporučený hmotnostní přírůstek, neměla zapomínat na přiměřenou fyzickou aktivitu, která neohrožuje ji ani plod a zároveň přispívá k udržení dobré fyzické kondice. V tomto ohledu by měl být brán zvláštní zřetel na ženy s nadváhou či obezitou, jelikož se ukazuje, že úspěšnost různých intervencí do životosprávy těhotných žen, je právě u nich nejnižší.

Déle je tu ovšem vliv dalších faktorů, které není vždy možné ovlivnit. Velké změny, které těhotenství do organismu žen přináší, se odráží na celkovém metabolismu. Dochází k hromadění tekutin, jako zásoba pro ztráty způsobené porodem a změny v hladinách hormonů působí na metabolismus tuků, proteinů i sacharidů.

Vliv na přírůstek hmotnosti v těhotenství má ale také věk matky, etnický původ, socioekonomický status a v neposlední řadě také genetické predispozice.

Je také nemálo onemocnění, které mají vliv na nadměrný zisk hmotnosti v těhotenství, ale také na její náhlý úbytek, což se ukazuje jako obdobně nebezpečné. Zvláště v tropech je mnoho parazitických nákaz, z nichž některé mohou těhotnou ženu negativně ovlivňovat i pokud je prodělala delší dobu před početím.

Ke konci této práce jsem se stručně věnovala i následkům, které nadměrné či nedostačné získání hmotnosti v těhotenství může přinést matce nebo dítěti. Jedná se o preeklampsii, hypertenzi, diabetes, vyšší riziko porodu císařským řezem, ale i hypertrofii plodu, předčasný porod a za neméně důležité považuji následky, které se projeví až v pozdějším věku dítěte jako predispozice k obezitě a kardiovaskulárním chorobám.

Myslím, že to je mnoho důvodů, aby se ženy snažily dosáhnout doporučeného přírůstku váhy a aby byly k tomuto tématu dělány další studie.

## 17 Seznam použité literatury

1. Alevizaki M, Thalassinou L, Grigorakis SI, Philippou G, Lili K, Souvatzoglou A, Anastasiou E. Study of the Trp64Arg polymorphism of the beta3-adrenergic receptor in Greek women with gestational diabetes. *Diabetes Care*. 2000;23(8):1079–1083
2. Andělová, K. "11 Těhotenství a diabetes mellitus." *Rizikové a patologické těhotenství* (2004): 141.
3. Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1048–57
4. Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *Int J Obes (Lond)* 2009;33:1048–57
5. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 913S–20S
6. Borberg C, Gillmer MD, Brunner EJ, Gunn PJ, Oakley NW, Beard RW. Obesity in pregnancy: the effect of dietary advice. *Diabetes Care* 1980; 3: 476–481
7. Bowden, Johny a Allison Tannisová. *The 100 Healthiest Foods to Eat During Pregnancy*. First published. USA: Quaiside Publishing Group. 2009. ISBN 9781592334001.
8. Butte, Nancy F., et al. "Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight." *American journal of obstetrics and gynecology* 189.5 (2003): 1423-1432.
9. Campbell et al.: Behavioural interventions for weight management in pregnancy: A systematic review of quantitative and qualitative data. *Public Health* :491.
10. Cavalcante SR, Cecatti JG, Pereira RI, Baciuk EP, Bernardo AL, Silveira C. Water aerobics II: maternal body composition and perinatal outcomes after a program for low risk pregnant women. *Reprod Health* 2009;6:1.

11. Clapp JF III, Kim H, Burciu B, Lopez B. Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol* 2000;183:1484–8.
12. Doležal, A. . Fyziologické těhotenství a prenatální péče, vyšetřovací metody. In: Zwinger, A. Porodnictví. 1. vyd. Praha, Galén, 77-96.
13. Drewnowski A, Darmon N. Food choices and diet costs: an economic analysis. *Journal of Nutrition*. 2005;135(4):900–904
14. Fallucca F, Dalfra MG, Sciullo E, Masin M, Buongiorno AM, Napoli A, Fedele D, Lapolla A. Polymorphisms of insulin receptor substrate 1 and beta3-adrenergic receptor genes in gestational diabetes and normal pregnancy. *Metabolism*. 2006;55(11):1451–1456
15. Festa A, Krugluger W, Shnawa N, Hopmeier P, Haffner SM, Schernthaner G. Trp64Arg polymorphism of the beta3-adrenergic receptor gene in pregnancy: association with mild gestational diabetes mellitus. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1999;84(5):1695 1699
16. Fraser, Abigail, et al. "Association of maternal weight gain in pregnancy with offspring obesity and metabolic and vascular traits in childhood." *Circulation* 121.23 (2010): 2557-2564
17. Fretts RC. Etiology and prevention of stillbirth. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2005;193(6):1923–1935
18. Garshasbi A, Faghieh Zadeh S. The effect of exercise on the intensity of low back pain in pregnant women. *Int J Gynaecol Obstet* 2005;88:271–5
19. Gibson, Kelly S., Thaddeus P. Waters, and Patrick M. Catalano. "Maternal weight gain in women who develop gestational diabetes mellitus." *Obstetrics & Gynecology* 119.3 (2012): 560-565.



20. Gordon A. E. - Johnstone, F. D. - Prescott, R. J. et al.: Smoking during pregnancy: the dose dependence of birthweight deficits. *Br. J. Obstet. Gynecol.*, vol. 103, no. 8, 1996, s. 806-813
21. Guelinckx I, Devlieger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obes Rev* 2008;9:140–50.
22. Gunderson EP, Abrams B, Selvin S. The relative importance of gestational gain and maternal characteristics associated with the risk of becoming overweight after pregnancy. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1660–8.
23. Haakstad, Lene AH, et al. "Physical activity level and weight gain in a cohort of pregnant Norwegian women." *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica* 86.5 (2007): 559-564.
24. Han, Zhen, et al. "Low gestational weight gain and the risk of preterm birth and low birthweight: a systematic review and meta-analyses." *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica* 90.9 (2011): 935-954
25. Hopkins SA, Baldi JC, Cutfield WS, McCowan L, Hofman PL. Exercise training in pregnancy reduces offspring size without changes in maternal insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:2080–8.
26. Howie LD, Parker JD, Schoendorf KC. Excessive maternal weight gain patterns in adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*. 2003;103(12):1653–1657
27. Hronek, M. *Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení*. Praha: Maxdorf, 2004, 309 s. ISBN 80 7345-013-5
28. Hrubá, D. - Fiala, J. - Soška, V. et. al. Risk of smoking for the cardiovascular diseases starts even efore the birth. *Česká gynekologie*,2009, roč. 74, č. 5, p. 365-368
29. Chen XK, Wen SW, Fleming N, Demissie K, Rhoads GG, Walker M. Teenage pregnancy and adverse birth outcomes: a large population based retrospective cohort study. *International Journal of Epidemiology*. 2007;36(2):368–373

30. Chu SY, Callaghan WM, Bish CL, D'Angelo D. Gestational weight gain by body mass index among US women delivering live births, 2004–2005: fueling future obesity. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2009;200(3):271, e271–e277
31. Institute of Medicine. *Weight gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines*. Washington: The National Academy Press, 2009
32. Joseph KS, Allen AC, Dodds L, Turner LA, Scott H, Liston R. The perinatal effects of delayed childbearing. *Obstetrics and Gynecology*. 2005;105(6):1410–1418
33. Kaňková, Š., J. Šulc, and J. Flegr. "Increased pregnancy weight gain in women with latent toxoplasmosis and RhD-positivity protection against this effect." *Parasitology* 137.12 (2010): 1773-1779.
34. Kim SY, Dietz PM, England L, Morrow B, Callaghan WM. Trends in prepregnancy obesity in nine states, 1993–2003. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(4):986–993
35. King, Janet C. "Physiology of pregnancy and nutrient metabolism." *The American journal of clinical nutrition* 71.5 (2000): 1218s-1225s.
36. Kinnunen TI, Pasanen M, Aittasalo M, Fogelholm M, Hilakivi-Clarke L, Weiderpass E et al. Preventing excessive weight gain during pregnancy – a controlled trial in primary health care. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61: 884–891
37. Kudela, Milan a kol. 2011. *Základy gynekologie a porodnictví pro posluchače lékařské fakulty*. Druhé vydání. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-1975-6.
38. Máček, Miloš. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén, 2011, s. ISBN 978-80-7262-695-3.
39. Mamun AA, O'Callaghan M, Callaway L, Williams G, Najman J, Lawlor DA. Associations of gestational weight gain with offspring body mass index and blood pressure at 21 years of age: evidence from a birth cohort study. *Circulation* 2009;119:1720–7

40. Marquez-Sterling S, Perry AC, Kaplan TA, Halberstein RA, Signorile JF. Physical and psychological changes with vigorous exercise in sedentary primigravidae. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:58–62.
41. Martin-Gronert, M. S., and S. E. Ozanne. "Maternal nutrition during pregnancy and health of the offspring." *Biochemical Society Transactions* 34.5 (2006): 779-782.
42. Matthews A, Dowswell T, Haas DM. Interventions for nausea and vomiting in early pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Sep 8; (9): CD007575
43. Moreira P, Padez C, Mourao-Carvalho I, Rosado V. Maternal weight gain during pregnancy and overweight in Portuguese children. *Int J Obes (Lond)* 2007;31:608–14
44. Müllerová, D. *Výživa těhotných a kojících žen*. 1. Vyd. Praha: Mladá fronta, a.s., 2004. 124 s. ISBN 802410236
45. Ochoa, M. C., et al. "Gene–gene interaction between PPAR $\gamma$ 2 and ADR $\beta$ 3 increases obesity risk in children and adolescents." *International Journal of Obesity* 28 (2004): S37-S41.
46. Oken E. - Levitan E.B. - Gilman M.W. Maternal smoking during pregnancy and child overweight: systematic review and metaanalysis. *Int. J. obes.*, 2008, vol. 32, no. 2, p. 201-210
47. Olson CM, Strawderman MS, Reed RG. Efficacy of an intervention to prevent excessive gestational weight gain. *Am J Obstet Gynecol* 2004; 191: 530–536
48. Ong MJ, Guelfi KJ, Hunter T, Wallman KE, Fournier PA, Newnham JP. Supervised home-based exercise may attenuate the decline of glucose tolerance in obese pregnant women. *Diabetes Metab* 2009;35:418–21.
49. Perichart-Perera, Otilia, et al. "Low glycemic index carbohydrates versus all types of carbohydrates for treating diabetes in pregnancy: a randomized clinical trial to evaluate the effect of glycemic control." *International journal of endocrinology* 2012 (2012).

50. Pokorná, J., Březková, V., Pruša, T. *Výživa a léky v těhotenství a při kojení*. 1. vyd. Brno: ERA group spol s.r.o, 2008, 132 s. ISBN 978-80-7366-136-6
51. Polley BA, Wing RR, Sims CJ. Randomized controlled trial to prevent excessive weight gain in pregnant women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 1494–1502
52. Porodnice.cz. SOS porodnice [online]. 2002 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://lekari.porodnice.cz/sos-porodnice>.
53. Ramis, Joana Maria, et al. "The Arg64 allele of the  $\beta$  3-adrenoceptor gene but not the 3826G allele of the uncoupling protein 1 gene is associated with increased leptin levels in the Spanish population." *Metabolism* 53.11 (2004): 1411-1416.
54. Reddy UM, Ko CW, Willinger M. Maternal age and the risk of stillbirth throughout pregnancy in the United States. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2006;195(3):764–770
55. Roztočil, A. a kolektiv autorů. *Porodnictví*. 1. vydal Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2001. 333 s. ISBN 80-7013-339-2
56. Saftlas AF, Logsdan-Sackett N, Wang W, Woolson R, Bracken MB. Work, leisure-time physical activity, and risk of preeclampsia and gestational hypertension. *Am J Epidemiol* 2004; 160: 758 765.
57. Santos IA, Stein R, Fuchs SC, Duncan BB, Ribeiro JP, Kroeff LR, et al. Aerobic exercise and submaximal functional capacity in overweight pregnant women: a randomized trial. *Obstet Gynecol* 2005;106:243–9.
58. Secker-Walker, Roger H., and Pamela M. Vacek. "Relationships between cigarette smoking during pregnancy, gestational age, maternal weight gain, and infant birthweight." *Addictive behaviors* 28.1 (2003): 55-66.

59. Scholl TO, Hediger ML, Schall JI, Khoo CS, Fischer RL. Maternal growth during pregnancy and the competition for nutrients. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1994;60(2):183–188.
60. Schrier, Robert W., Melissa A. Cadnapaphornchai, and Mamiko Ohara. "Water retention and aquaporins in heart failure, liver disease and pregnancy." *Journal of the Royal Society of Medicine* 94.6 (2001): 265-269.
61. Stadelmann, I. . *Zdravé těhotenství, přirozený porod.3., přeprac. vyd. Překlad Barbora Sadílková, Barbora Tomečková. Praha, One Woman Press.*
62. Steketee, Richard W. "Pregnancy, nutrition and parasitic diseases." *Journal of nutrition* 133.5 (2003): 1661S-1667S.
63. Stránská, K., Andělová, M., (2011). *Referenční hodnoty pro příjem živin. Praha: Výživaservis s.r.o.*
64. Streuling, I., et al. "Physical activity and gestational weight gain: a meta-analysis of intervention trials." *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 118.3 (2011): 278-284.
65. Štork, Jiří et al. *Dermatovenerologie. 1. vyd. Praha: Galén, ©2008. 441 s. ISBN 978-80-7262-371-6.*
66. Tok EC, Ertunc D, Bilgin O, Erdal EM, Kaplanoglu M, Dilek S. PPAR-gamma2 Pro12Ala polymorphism is associated with weight gain in women with gestational diabetes mellitus. *European Journal of Obstetrics, Gynecology, and Reproductive Biology*. 2006;129(1):25–30
67. Torlesse, H. & Hodges, M. "Albendazole therapy and reduced decline in haemoglobin concentration during pregnancy." *Sierra Leone.; 2001. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 95: 195–201

68. Tsai PJ, Ho SC, Tsai LP, Lee YH, Hsu SP, Yang SP, Chu CH, Yu CH. Lack of relationship between beta3-adrenergic receptor gene polymorphism and gestational diabetes mellitus in a Taiwanese population. *Metabolism*. 2004;53(9):1136–1139
69. Villamor, Eduardo, et al. "Weight loss during pregnancy is associated with adverse pregnancy outcomes among HIV-1 infected women." *The Journal of nutrition* 134.6 (2004): 1424-1431.
70. Villar, Josä, et al. "Effect of fat and fat-free mass deposition during pregnancy on birth weight." *American journal of obstetrics and gynecology* 167.5 (1992): 1344-1352.
71. Viswanathan, Meera, et al. "Outcomes of maternal weight gain." (2008).
72. Volejníková, H., (2005). *Cvičení v práci porodní asistentky*. (3rd ed.). Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví
73. Wessels, M., Oellercih H. *Cvičení v těhotenství a šestinedělí*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. ISBN 80-247-1427-2
74. Wolff S, Legarth J, Vangsgaard K, Toubro K, Astrup A. A randomized trial of the effects of dietary counseling on gestational weight gain and glucose metabolism in obese pregnant women. *Int J Obes (Lond)* 2007; in press
75. Wrotniak BH, Shults J, Butts S, Stettler N. Gestational weight gain and risk of overweight in the offspring at age 7 y in a multicenter, multiethnic cohort study. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1818–24
76. Yanagisawa K, Iwasaki N, Sanaka M, Minei S, Kanamori M, Omori Y, Iwamoto Y. Polymorphism of the beta3-adrenergic receptor gene and weight gain in pregnant diabetic women. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 1999;44(1):41–47
77. Yeo S. Adherence to walking or stretching, and risk of preeclampsia in sedentary pregnant women. *Res Nurs Health* 2009;32:379–90

78. Záčková, M. Hellp syndrom, memento porodnictví a ošetrovatelství. Sestra, Roč. 11, č. 6, / 2001, s. 17-18, ISSN 1210-0404
79. Zhang, Cuilin, et al. "A prospective study of pregravid physical activity and sedentary behaviors in relation to the risk for gestational diabetes mellitus." Archives of internal medicine 166.5 (2006): 543-548.
80. Zwinger, A. et al. Porodnictví. 1. vydal Praha: Gal, 2004. 532s.
81. Živný, J., Pomyje, J., Řežábek, K. . Fyziologie a endokrinologie těhotenství a laktace. In: Živný, J. Gynekologie a porodnictví: testy. 2., rozšíř. a přeprac. vyd. Praha, Galén, 191-200.