

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



**DIPLOMOVÁ PRÁCA**  
**Hodnotenie príjmu vitamínov u tehotných žien**

**Jana Tkáčiková**  
**Vedúci diplomovej práce: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.**

**HRADEC KRÁLOVÉ, 2022**

## **Pod'akovanie**

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce PharmDr. Miroslavovi Kovaříkovi, Ph.D za cenné poznatky, rady a pripomienky, ktorými mi bol nápomocný pri písaní tejto práce.

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

V Hradci Králové, 6. 5. 2022

*Tkačiková*

## Obsah

<b>1. ABSTRAKT .....</b>	<b>6</b>
<b>2. ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE.....</b>	<b>9</b>
<b>5. TEORETICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 TEHOTENSTVO .....</b>	<b>10</b>
5.1.1 Oplodnenie .....	11
5.1.2 Vnútromaternicový vývoj .....	12
5.1.3 Embyogenesis .....	12
5.1.4 Fetogenesis .....	13
<b>5.2 PÓROD.....</b>	<b>14</b>
<b>5.3 VÝŽIVA.....</b>	<b>14</b>
5.3.1 Vitamíny rozpustné vo vode .....	15
5.3.2 Vitamíny rozpustné v tukoch .....	17
<b>5.4 VITAMÍNY V TEHOTENSTVE .....</b>	<b>18</b>
5.4.1 Vitamín A.....	18
5.4.2 Vitamín B <sub>1</sub> .....	20
5.4.3 Vitamín B <sub>2</sub> .....	23
5.4.4 Vitamín B <sub>3</sub> .....	24
5.4.5 Vitamín B <sub>6</sub> .....	25
5.4.6 Vitamín B <sub>9</sub> .....	26
5.4.7 Vitamín B <sub>12</sub> .....	28
5.4.8 Vitamín C .....	29
5.4.9 Vitamín D.....	31
5.4.10 Vitamín E .....	32
5.4.11 Vitamín K.....	33
<b>6. METODIKA .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1 DESIGN ŠTÚDIE .....</b>	<b>35</b>
<b>6.2 DOTAZNÍKY .....</b>	<b>36</b>
<b>6.3 ŠTATISTICKÉ HODNOTENIE.....</b>	<b>36</b>
<b>7. VÝSLEDKY.....</b>	<b>37</b>
<b>7.1 VITAMÍN A .....</b>	<b>39</b>
<b>7.2 VITAMÍN B<sub>1</sub> .....</b>	<b>40</b>
<b>7.3 VITAMÍN B<sub>2</sub> .....</b>	<b>41</b>
<b>7.4 VITAMÍN B<sub>3</sub> .....</b>	<b>42</b>

<b>7.5 VITAMÍN B<sub>6</sub></b> .....	<b>42</b>
<b>7.6 VITAMÍN B<sub>9</sub></b> .....	<b>44</b>
<b>7.7 VITAMÍN B<sub>12</sub></b> .....	<b>45</b>
<b>7.8 VITAMÍN C</b> .....	<b>46</b>
<b>7.9 VITAMÍN D</b> .....	<b>48</b>
<b>7.10 VITAMÍN E</b> .....	<b>49</b>
<b>8. DISKUSIA</b> .....	<b>51</b>
<b>9. ZÁVER</b> .....	<b>54</b>
<b>10. POUŽITÉ SKRATKY</b> .....	<b>55</b>
<b>11. ZOZNAM TABULIEK</b> .....	<b>56</b>
<b>12. ZOZNAM OBRÁZKOV</b> .....	<b>57</b>
<b>13. ZOZNAM GRAFOV</b> .....	<b>58</b>
<b>14. POUŽITÁ LITERATÚRA</b> .....	<b>59</b>

# 1. ABSTRAKT

**Univerzita Karlova**

**Farmaceutická fakulta v Hradci Králové**

**Katedra biologických a lékařských věd**

**Študent** : Jana Tkáčiková

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

**Názov diplomovej práce**: Hodnotenie príjmu vitamínov u tehotných žien

**Teoretický úvod a cieľ práce**: Témou diplomovej práce je výživa u žien v období gravidity. Cieľom práce bolo hodnotenie príjmu vitamínov u tehotných žien. A následné porovnanie získaných výsledkov v rámci období s doporučenými dennými dávkami (DDD) a taktiež zhodnotenie ako pridanie suplementácie k strave ovplyvnilo príjem vitamínov.

**Metódy**: V priebehu štúdie bolo vyšetrovaných 10 tehotných žien, ktorých gravidita prebiehala fyziologicky. Pozorované ženy boli vo vekovom rozmedzí 25 - 30 rokov a ich vyšetovanie prebiehalo v troch obdobiach a to G1 (17. - 27. týždeň tehotenstva), G2 (28. - 35. týždeň tehotenstva) a G3 (36. - 38. týždeň tehotenstva). Štúdia prebiehala v období od februára 2020 do januára 2021. Hodnotený bol príjem jednotlivých vitamínov vždy priemerne za 1 týždeň. Zisťovali sme tiež príjem suplementácie. Získané údaje boli ďalej spracovávané pomocou počítačových programov NutriDan a Microsoft Office Excel 2019. Výsledné hodnoty boli porovnávané s DDD.

**Výsledky**: Výsledné hodnoty ukázali, že príjem väčšiny vitamínov v období gravidity bez započítanej suplementácie bol u väčšiny žien nižší ako DDD. Bez suplementácie spĺňalo DDD 100 % sledovaných žien iba u vitamínu B3. Po pridaní suplementácie k strave bol priemerný príjem väčšiny vitamínov vyšší než hodnota DDD. Ale individuálne hodnotenie preukázalo v závislosti na druhu vitamínu a období nezanedbateľné percento žien, ktoré DDD nedosiahli. Najväčší počet žien prijímalo suplementáciu v období G3 a to ako jednokomponentné prípravky, tak aj multivitamínové prípravky.

**Záver**: Výsledky získané našou štúdiou nám zdôrazňujú významnosť individuálneho hodnotenie príjmu vitamínov v strave tehotných žien. Hlavne z dôvodu, že väčšina žien iba prijatou stravou nespĺňala DDD príjmu jednotlivých vitamínov.

**Kľúčové slová**: Vitamín, Výživa, Oplodnenie, Tehotenstvo, Pôrod, Doporučené denné dávky

## 2. ABSTRACT

**Charles University**

**Faculty of Pharmacy in Hradec Králové**

**Department of Biological and Medical Sciences**

**Author :** Jana Tkáčiková

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

**Title:** Assessment of vitamins intake in pregnant women

**Theoretical base and aim of the thesis:** The topic of the diploma thesis is women's nutrition during pregnancy. The aim of the work was to evaluate the intake of vitamins in pregnant women and the subsequent comparison of the results obtained over the period with the recommended daily allowances (RDA) as well as the evaluation of how the addition of supplementation to the diet affected the intake of vitamins.

**Methods:** During the study 10 pregnant women with physiological pregnancies were examined. The observed women were in the age range of 25 – 30 years and their investigation took place in three periods; G1 (17<sup>th</sup> – 27<sup>th</sup> week of pregnancy), G2 (28<sup>th</sup> – 35<sup>th</sup> week of pregnancy) and G3 (36<sup>th</sup> – 38<sup>th</sup> week of pregnancy). The study ran from February 2020 to January 2021. The intake of individual vitamins was evaluated on average every 1 week. We also detected the supplementation intake. The obtained data were processed using computer programmes NutriDan and Microsoft Office Excel 2019. The results were compared with RDA.

**Results:** The examination results indicated that the intake of most vitamins during pregnancy without supplementation was lower than RDA in most of the subjects. Without supplementation 100 % of monitored women met RDA only with vitamin B3. After adding dietary supplementation, the average intake of most of the vitamins was higher than RDA. However, depending on the type of vitamin and the period, the individual evaluation proved a significant percentage of women have not reached the RDA. The largest number of women received supplementation in the G3 period, both single-components and multivitamin preparations.

**Conclusion:** The obtained results emphasize the importance of individual evaluation of vitamin intake in the diet of pregnant women. The majority of woman did not meet RDA intake of individual vitamins just from the consumed food.

**Key words:** Vitamin, Nutrition, Fertilization, Pregnancy, Delivery, Recommended Daily Allowances

### 3. ÚVOD

V období gravidity, či v prekoncepčnom období je pre tehotné ženy veľmi dôležité prijímať dostatočné množstvo stravy, ktorá obsahuje primerané množstvo makronutrientov, a taktiež mikronutrientov. Optimálne množstvo komponentov stravy sa počas rôznych období gravidity mení a tehotné ženy by mali na tieto zmeny vedieť reagovať a stravu prispôbiť súčasným potrebám. Takáto ideálne vyvážená strava s dostatočným prísunom komponentov je jedným z faktorov, ktoré môžu prispieť k správne mu vývoju plodu a zníženiu početnosti komplikácií v priebehu obdobia gravidity. Medzi mikronutrienty, ktoré sú prijímané stravou radíme aj vitamíny, ktoré sú témou práce. Avšak vitamíny tehotné ženy nemusia prijímať iba stravou, ale ich príjem vedia zvýšiť aj užívané suplementy.

Informácie o správnej strave v období gravidity poskytuje veľké množstvo zdrojov. Nie všetky z týchto zdrojov sú úplne relevantné a nie všetky zdroje prinášajú pre ženy správne informácie. Avšak aj pri možnosti získať správne informácie sa nájdu ženy, ktoré zloženie stravy počas gravidity nemenia a nevenujú jej dostatočnú pozornosť, čo môže viesť k vývojovým vadám plodu, či až k potratu. Výživa a jej správne zloženie je teda v období tehotenstva veľmi dôležitá a hlavne je ovplyvniteľná, čo bolo jedným z dôvodov výberu tejto témy diplomovej práce. Nové poznatky, ktoré som získala pri vypracovávaní budú prospešné, či už pre mňa osobne v budúcnosti, ale takisto aj pri výkone budúcej praxe.

Teoretická časť práce je zložená z opisu jednotlivých vitamínov, ich získavaním, doporučeným denným príjmom a možným následkom ich nedostatku. Informácie prezentované v tejto časti boli získané z odbornej literatúry, ktorú som získala, či už v tlačenej alebo elektronickej podobe.

V ďalšej časti práce sú prezentované výsledky praktického výskumu. V priebehu štúdie bolo pozorovaných 10 tehotných žien, u ktorých tehotenstvo prebiehalo fyziologicky. V rámci výskumu bol u týchto tehotných žien pozorovaný príjem jednotlivých vitamínov v troch rôznych obdobiach počas gravidity.



## **4. ZADANIE – CIEĽ PRÁCE**

Cieľom práce bolo vyhodnotenie príjmu vitamínov v rôznych fázach tehotenstva a ich porovnanie s doporučenými dennými dávkami.

Zber dát prebiehal pomocou dotazníkov na príjem potravy a ich následným vyhodnotením pomocou nutričného softwaru Nutridan.

## 5. TEORETICKÁ ČASŤ

### 5.1 Tehotenstvo

Za ontogenetický vývoj sa pokladá vývoj osoby od oplodnenia v tele matky až do smrti jedinca. Všeobecná priemerná dĺžka tehotenstva používaná v gynekologickej praxi je 40 týždňov a teda približne 9 mesiacov (280 dní). Vývin človeka začína po oplodnení vajíčka v tele matky mužskou spermiou. Tento vývoj ďalej pokračuje prenatalným obdobím vývoja. Nazývame ho aj vnútromaternicovým (intrauterinným) vývinom. Tehotenstvo končí pôrodom a plod sa stáva novorodencom. Tak sa začína postnatálne obdobie, kedy sa u jedinca dokončuje jeho rast a vývin jeho sekundárnych pohlavných znakov. Táto doba trvá až do dospelosti, kedy má človek úplne vyvinuté pohlavné orgány a je schopný sa reprodukovať. Následne dochádza k starnutiu jedinca. Jedinec sa dostáva do obdobia staroby. Až nakoniec sa jeho život končí smrťou (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

Príznaky, ktoré môžu naznačiť tehotenstvo v skorom štádiu, zahŕňajú napr. zmeškaný menštruačný cyklus, hlavne u žien, ktoré ho mali doposiaľ pravidelný. Hormonálne zmeny, ktoré sa dejú na začiatku tehotenstva môžu mať u žien za následok citlivé, či bolestivé poprsie. Ďalej sa u žien môže vyskytnúť ranná nevoľnosť, ktorá však môže byť rôzna počas dňa, či v noci. Začína mesiac až dva po otehotnení. U niektorých žien sa môže vyskytnúť skôr a u iných sa nevyskytuje vôbec. Ďalším znakom môže byť zvýšená únava ženy. Jedným z možných dôvodov tejto únavy môže byť rýchly nárast hladín progesterónu (Mayo Clinic Staff, 2021).

V tomto odstavci uvádzame stručný prehľad ontogenického vývoja človeka. Na začiatku je prenatalne obdobie vývoja plodu, ktoré začína oplodnením a končí sa pôrodom. Delí sa na obdobie embryonálne a fetálne. Vývoj embrya je datovaný od 1. týždňa tehotenstva až po 8. týždeň tehotenstva. Jeho začiatkom je blastogéza, kedy sa zo zygoty vytvára blastocysta a medzi 8. dňom až 14. dňom vývinu sa vytvára zárodočný štít. Ďalej pokračuje včasnou organogenezou, kedy sa vytvárajú zárodočné listy, následne primitívne orgány a to približne v 4 týždni gravidity. Vytvára sa zárodok teda embryo. Nasledujúcim obdobím je vývoj plodu, ktorý prebieha od 9. týždňa do 38. týždňa tehotenstva a v tomto období prebieha jeho organogéza a histogéza. Pokračovaním je natálne obdobie plodu respektíve pôrod plodu. Trvá od začiatku

pôrodu a teda od prvej doby pôrodnej, až po narodenie plodu a prerušenie pupočníka. Po narodení prebieha postnatálne obdobie vývoja. Toto obdobie je rozdelené na najviac fáz. Najprv sa z plodu stáva novorodenec, ktorým je do 28. dňa od pôrodu. Nasleduje fáza dojčat'a do 1 roku života. Ďalšou fázou je batol'a a to do konca 3. roku. O veku predškolskom hovoríme do 6. roku života a o školskom do 15. roku života. V období školského veku prebieha u jedinca puberta, ktorá je vekovo ohraničená od 10. roku života po 14. rok života, nasleduje dospelovanie, ktoré trvá do 21. roku. Pokračovaním je dospelosť približne do 55. roku života jedinca, starnutie a staroba. Staroba je datovaná od 65. roku života. Život jedinca je nakoniec zavŕšený smrťou (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

Počas tehotenstva dochádza v tele matky taktiež k viacerým hormonálnym zmenám. Dochádza k tvoreniu choriogonadotropínu bunkami trofoblastu, je transportovaný do ciev maternice a dostáva sa až do vaječníkov, kde stimuluje žlté teliesko. Jeho hladina prudko stúpa po zahniezdení vajíčka v maternici. Vrcholná hladina je pozorovaná 60 - 80 dní od prvého dňa posledného menštruačného cyklu ženy. Ďalšou zmenou je vysoká sekrécia estrogénov a progesterónov (jeho vysokými hladinami je zabezpečená inhibícia dozrievania ďalších vajíčok vo vaječníkoch) placentou. Ich hladiny sa zvyšujú počas celej dĺžky tehotenstva. Prolaktín je ďalší hormón, ktorého hladiny v tehotenstve stúpajú, avšak vysoké hladiny estrogénov a progesterónov zabezpečujú ochranu pred predčasnou laktáciou (Javorka et al., 2014).

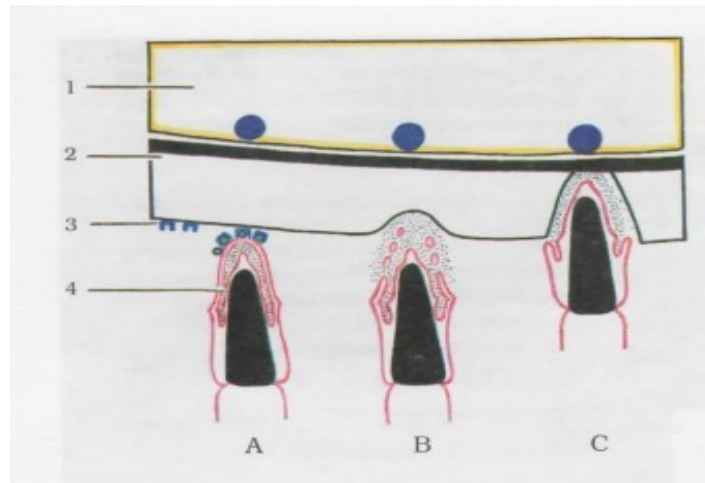
### **5.1.1 Oplodnenie**

Vajíčko ženy môže byť oplodnené 10 až 15 hodín po ovulácii. Do maternice sa dostane cez vajíčkovod, ktorým postupuje približne 4 dni. Spermie sú schopné vajíčko oplodniť približne 48 hodín po súloží. Z uvedených dôvodov oplodňujúca kopulácia musí prebehnúť v rozmedzí od dvoch dní pred začiatkom ovulácie až 15 hodín po nej. K oplodneniu dochádza vo vajíčkovode (Javorka et al., 2014).

Spermie sa po kopulácii dostávajú vlastným pohybom z vagíny do vajíčkovodu, kde sa spoja so zona pellucida (je tvorená z mukopolysacharidov) a prenikne cez ňu s pomocou proteolytického enzýmu. Opisovaný priebeh nám znázorňuje nasledujúci obrázok č. 1. Obsah spermie sa do oocyty dostáva po spojení ich plazmatických membrán a zároveň je vajíčko chránené pred ďalším oplodnením látkami, ktoré sa

začnú vylučovať. Vajíčko pokračuje cestou vajíčkovodom, počas ktorej dokončí svoje meiotické delenie a zygota sa stáva pripravená na mitotické delenie (Javorka et al, 2014).

### Obrázok 1: Schéma akrozómovej reakcie a začiatok oplodnenia



*Zdroj: Kapeller, Pospíšilová, 2001 (prevzaté).*

A – hlavička spermie s membránovými receptormi, B – uvoľnenie enzýmového obsahu akrozómu, C – preniknutie hlavičky spermie do zona pellucida. 1 – cytoplazma, 2 – zona pellucida, 3 – membránové receptory oocyty, 4 – akrozóm

### 5.1.2 Vnútromaternicový vývoj

Dĺžka intrauterinného vývoja je priemerne 38 týždňov, čo zodpovedá približne 266 dňom. Prenatálne obdobie sa väčšinou rozdeľuje na dve fázy vývoja a to embryonálnu označovanú aj ako embryogenesis a fázu plodu, teda fetálneho vývoja označovanú ako fetogenesis (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

### 5.1.3 Embyogenesis

Prvotný vývin embrya je označovaný ako blastogenéza. Zygota sa v tejto časti opakovane delí, a vytvára na sebe brázdy. Ďalšími štádiami vývoja sú morula a blastocysta. Následne sa do sliznice maternice zahniezdi vzniknutá blastocysta a jej vývin pokračuje. Počas ďalšieho vývoja je výživa pre blastocystu zabezpečovaná pomocou časti, ktorú označujeme ako trofoblast. A druhá časť embyoblastu sa premieňa

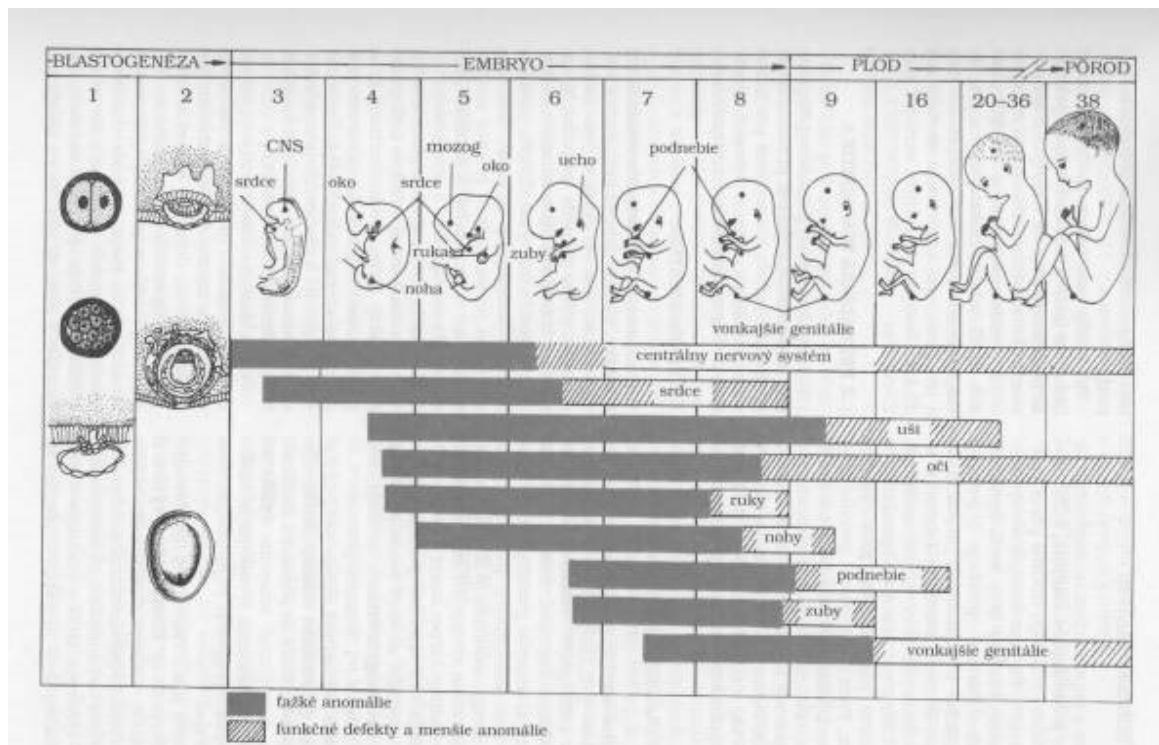
na zárodkové listy, ktoré sú štádiom, z ktorého sa vytvára celý zárodok a extraembryonálne orgány.

Následný vývin zárodkových listov je charakteristický pre včasnú organogenézu, kedy sa v zárodku začínajú vytvárať primitívne orgány (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

### 5.1.4 Fetogenesis

Vývoj embrya ďalej pokračuje premenou jeho primitívnych orgánov na definitívne ľudské orgány, a taktiež sa začínajú vytvárať v zárodku orgánové systémy. Ďalej prebieha organogenéza a diferencujú sa jednotlivé tkanivá tela a teda prebieha aj histogenéza. Na obrázku č. 2 sú zobrazené kritické obdobia vo vývoji plodu. Embryo, ktoré už začína mať črty podobné dospelému človeku označujeme ako fetus (plod). Fetus dokáže prežiť predčasný pôrod od 27. týždňa života, kedy sa stáva dostatočne vyvinutým (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

**Obrázok 2: Prehľad kritického obdobia vývoja v jednotlivých týždňoch**



Zdroj: Kapeller, Pospíšilová, 2001 (prevzaté).

Šedá vysoko citlivé obdobie, pruhovaná - menej citlivé obdobie

## 5.2 Pôrod

Pôrod označujeme ako konečnú fázu intrauterinného vývoja. Fyziologicky by mal nastať v období od 36. do 42. týždňa gravidity. V tomto čase je už plod úplne vyvinutý. V prípade predčasného pôrodu, nie je novorodenec dostatočne vyvinutý a prejavia sa u neho znaky rôznych stupňov nezrelosti vo vývine. Druhou alternatívou je potermínová gravidita, u ktorej dôjde k pôrodu po dobe dlhšej ako 42 týždňov (Kapeller, Pospíšilová, 2001).

Komunikácia medzi matkou a plodom je v čase tehotenstva zabezpečovaná pomocou placenty. Po pôrode je táto úloha zabezpečovaná pomocou materského mlieka. Obsah materského mlieka sa mení, medzi jeho zloženie patria napr. vitamíny, enzýmy, prostaglandíny a ďalšie hormóny. A taktiež je aj zdrojom živín pre novorodenca. Obsah sa rôznorodo mení s časom, ktorý ubehol od pôrodu (Javorka et al., 2014).

## 5.3 Výživa

Telo človeka z vonkajšieho prostredia prijíma takmer všetky látky, ktoré sú dôležité pre jeho existenciu. Zároveň vylučuje metabolické produkty a látky, ktoré sú pre organizmus škodlivé alebo nepotrebné. Je teda otvoreným systémom.

Správna výživa je pre existenciu a kvalitu života nenahraditeľná. Konzumovaná strava ovplyvňuje dĺžku života, reprodukciu, či zdravotný stav. Medzi príjmom a výdajom energie je dynamická rovnováha, ktorá zodpovedá za normálny priebeh funkcií dôležitých pre život.

Výživné látky, ktoré pomocou stravy prijímame sú dôležité pre vytváranie a rast nových tkanív, reparáciu tkanív už existujúcich, a taktiež na dodávanie energie pre premenu látok. Dlhodobá nevyrovnaná a nadmerná výživa vedie k vytvoreniu civilizačných chorôb napr. hypertenzia, ateroskleróza, či diabetes mellitus.

Príjem látok, ktorý je pre organizmus nevyhnutný sa líši podľa veku, fyzickej námahy a taktiež pohlavia. Medzi príjmom a výdajom by mal byť vhodný pomer, ktorý zabezpečuje optimálnu telesnú hmotnosť a množstvo telesného tuku. Strava by mala byť vyvážená a mala by obsahovať všetky látky, ktoré sú pre telo esenciálne.

Optimálna výživa by mala uspokojovať energetické nároky organizmu a obsahovať všetky telu potrebné látky, ktoré sú prispôbené podľa spôsobu života, veku či pohlavia (Javorka et al., 2014).

„Svetová zdravotnícka organizácia (WHO) vypracovala tieto zásady racionálnej výživy:

- striedmosť v jedení – denný príjem energie musí zodpovedať telesnému a duševnému zaťaženiu a aktuálnemu stavu organizmu,
- vyváženosť živín – základné živiny, t.j. bielkoviny, tuky a cukry musia byť zastúpené v potrave v primeranom pomere,
- pravidelnosť – celodenné množstvo potravy by sa malo prijímať na päť dávok,
- pestrosť stravy – potrava musí obsahovať primerané množstvo energetických živín, vitamínov, minerálnych látok i stopových prvkov,
- zodpovedajúci príjem tekutín – dospelý človek by mal denne prijímať 2 až 3 l tekutín“ (citácia z knihy: Javorka et al., 2014).

Medzi biologicky aktívne látky patria aj vitamíny, ktoré sú pre telo dôležité, ale nedodávajú mu energiu. Človek ich prijíma stravou, pretože si ich sám nevie syntetizovať alebo ich vytvára vo veľmi malom množstve. Organizmus môže prijímať vitamíny už ako hotové produkty, a taktiež ich dokáže syntetizovať z chemicky príbuzných látok, ktoré získa stravou. Ak sa v organizme nenachádzajú, prípadne chýbajú čiastočne alebo je ich deficit úplný vznikajú metabolické poruchy označované ako hypovitaminózy, až avitaminózy. Opakom je hypervitaminóza a to v prípade nadbytku vitamínov (Javorka et al., 2014).

Vitamíny môžeme rozdeliť do dvoch kategórií a to na rozpustné vo vode a v tukoch. V nasledujúcich odstavcoch a tabuľkách si priblížime vitamíny, ktoré patria do týchto dvoch kategórií.

### **5.3.1 Vitamíny rozpustné vo vode**

Do skupiny vitamínov, ktoré sú rozpustné vo vode patria: C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, niacín, kyselina listová, B<sub>12</sub>, biotín, kyselina panthoténová (viď tabuľka č. 1). Táto kategória sa z potravy veľmi ľahko resorbuje (Javorka et al.2014).

Vitamín B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C, biotín a niacín sa resorbujú sekundárne aktívnym transportom s Na<sup>+</sup> a teda kotransportom. Miestom vstrebávania je jejunum, pre vitamín C je to

ileum. Vitamín B<sub>6</sub> sa do organizmu dostáva iba pasívne a to difúziou. Vitamín B<sub>12</sub> potrebuje k črevnej resorpcii svoj vlastný mechanizmus. V čreve sa viaže na tri druhy bielkovín: vnútorný faktor IF v lumene čreva, transkobalamín II v plazme a R-proteín, ktorý sa nachádza v plazme, granulocytoch a slinách. Tieto komplexy sú žalúdočnou šťavou rozdeľované a kobalamín je viazaný hlavne na R proteíny slín aj na IF. V duodene je pomocou trypsínu komplex s R-proteínom rozštiepený, vitamín B<sub>12</sub> sa uvoľní a spojí sa s IF. Pre tento komplex je sliznica ilea vybavená špecifickými receptormi, ktorými sa dostane kobalamín do bunky (Silbernagl, Despopoulos, 1993).

**Tabuľka 1: Prehľad vitamínov rozpustných vo vode**

<b>Vitamín</b>	<b>Funkcia</b>	<b>Príznaky deficitu</b>	<b>Zdroje</b>
<b>Vitamín B<sub>1</sub></b> <b>- Thiamín</b>	Jeden z koenzýmov oxidatívnej dekarboxylácie oxokyselín, koenzýmov, transketolázy, význam pri tvorbe ATP	Beri-beri, degeneratívne a zápalové poruchy nervstva	Otruby z obilia, droždie, strukoviny, mäso, vnútornosti
<b>Vitamín B<sub>2</sub></b> <b>- Riboflavín</b>	Zložka flavoproteinových enzýmov	Svetloplachosť, zápal rohovky, cheilitída, glositída, kožné zmeny, nervové poruchy	Droždie, vnútornosti, ryby, vajcia, mlieko, strukoviny, múka (pšeničná ražná)
<b>Kyselina nikotinová</b> <b>- Niacín</b>	Koenzým NAD, NADP	Pelagra, zápal kože, hnačky	Pečeň, droždie, mäso
<b>Vitamín B<sub>6</sub></b> <b>- Pyridoxín</b>	Kofaktor dekarboxyláz aminokyselín, transamináz, účasť na konverzii kyseliny linolovej na kyselinu arachidónovú	Nervové príznaky, kŕče, nevoľnosť, vracanie, dermatitídy, svalová dystrofia	Pečeň, droždie, žltok, obilné otruby a klíčky, šalát
<b>Vitamín B<sub>3</sub></b> <b>- Kyselina pantotenová</b>	Súčasť koenzýmu A	Spomalenie rastu, dermatitídy, enteritídy, poruchy reprodukcie, nervové príznaky	Pečeň, vnútornosti, mäso, otruby z ryže
<b>Kyselina listová</b>	Účasť na krvotvorbe, nosič jedno uhlíkových zvyškov, účasť na metylačných reakciách	Megaloblastická anémia s leukopéniou a trombopéniou, defekty ústnej sliznice, sprue, poruchy rastu	Pečeň, vnútornosti, žltok, sója, bôb, uhorky, chren
<b>Vitamín B<sub>12</sub></b> <b>- Kyanokobalamín</b>	Koenzým metabolizmu aminokyselín, stimulácia erytropoézy	Perniciózna anémia, neurologické poruchy	Pečeň, obličky, mäso, mlieko, syr, vajcia
<b>Biotín</b>	Účasť na karboxylačných reakciách	Dermatitídy, anémia, únava, spomalenie rastu	Pečeň, mäso, žltok, droždie, črevná mikroflóra
<b>Vitamín C</b> <b>- Kyselina askorbová</b>	Redoxná látka, hydroxylační procesy, účasť na metabolizme cholesterolu, stimulácia resorpcie železa, významný antioxidant	Skorbut, zníženie odolnosti proti infekciám	Citrusové plody, ovocie, zelenina, šípky

*Zdroj: Javorka et al., 2014 (prevzaté).*



### 5.3.2 Vitamíny rozpustné v tukoch

Druhou skupinou sú vitamíny rozpustné v tukoch, kam radíme: A, D, E, K. Na ich resorpciu je potrebné množstvo lipidov nachádzajúce sa v strave. Ak sa v organizme vyskytuje deficit pankreatickej lipázy, či žlče, resorpcia sa zníži.

Ich resorpcia sa uskutočňuje rovnako ako u tukov a to tvorbou micel. Vstrebávacie mechanizmy však nie sú úplne objasnené, z časti sú saturovateľné a taktiež závislé na energii. Ich transport v plazme prebieha pomocou VLDL (veľmi nízkodenzitný lipoproteín) a chylomikrónov (Javorka et al., 2014, Silbernagl, Despopoulos, 1993). Prehľad vitamínov rozpustných v tukoch prezentuje tabuľka č. 2.

**Tabuľka 2: Prehľad vitamínov rozpustných v tukoch**

Vitamín	Funkcia	Príznaky deficitu	Zdroje
<b>Vitamín A</b> - <b>Retinol</b>	Prenos genetickej informácie, rast a metabolizmus buniek, tvorba a funkcia očného farbiva, antioxidant	Očné - xeroftalmia, keratomalácia Kožné - suchosť, folikulárna keratóza, rohovatenie slizníc, poruchy rastu	Rybí tuk, pečeň, mlieko, maslo, mrkva, petržlen, rajčiny, špenát, marhule, paprika (vo forme karoténu)
<b>Vitamín D</b> - <b>Cholekalciferol</b>	Stimulácia črevnej resorpcie vápnika a fosforu, transport a mineralizácia kostí	Rachitída, osteomalácia	Rybí tuk z tresky a tuniaka, pečeň, mlieko, maslo, žĺtok
<b>Vitamín E</b> - <b>Tokoferol <math>\alpha, \beta, \gamma</math></b>	Redoxný systém, antioxidant	Zníženie aktivity imunitného systému, skrátenie polčasu prežitia erytrocytov	Rastlinné oleje, obilné klíčky, mlieko, žĺtok, pečeň, vnútornosti, mäso
<b>Vitamín K</b>	Kofaktor trombínu, prokonvertínu a faktoru IX, X, inhibítor kyseliny mliečnej a acetylácie cholínu	Poruchy zrážania krvi, predĺženie času krvácania, zníženie koncentrácie protrombínu	Špenát, kapusta, ružičkový kel, rajčiny, zemiaky, črevná flóra

Zdroj: Javorka et al., 2014 (prevzaté).

## 5.4 Vitamíny v tehotenstve

### 5.4.1 Vitamín A

Je zaradovaný medzi esenciálne vitamíny, ktoré si organizmus nevie syntetizovať sám a je potrebné, aby boli získavané z potravy. Môžeme ho získať z dvoch zdrojov a to ako vopred vytvorený vitamín A (retinol a retinyl ester) a ako provitamín A (v podobe karotenoidov). Už vytvorený vitamín A môžeme nájsť v živočíšnych produktoch ako sú mlieko, syr a ďalej v pečeni, rybom oleji a taktiež materskom mlieku. Provitamín sa nachádza v zelenine, či ovocí napr. v tekvici, mrkve, špenáte, ale tiež v mango, či papáji.

Trávenie a absorpcia tohto vitamínu je z dôvodu jeho lipofilnej povahy spojená s absorpciou lipidov. A teda v prípade nízkeho príjmu tukov (a to menej než 5 – 10 g za deň) alebo poruchy organizmu, ktoré ovplyvňujú pankreas, či pečeň a taktiež častých gastroenteritíd môže byť jeho absorpcia obmedzená.

Na premenu provitamínu na vitamín A sa používajú v tele obe karotenoidné oxygenázy a to  $\beta$  – karotén - 15, 15' - oxygenáza a  $\beta$  – karotén - 9', 10' - oxygenáza.

Pri vysokej absorpcii retinolu sa môžu vytvoriť jeho zásoby v pečeni, skadiaľ môžu byť následne v prípade potreby uvoľnené do krvného obehu, aby dopĺňali potreby organizmu. Táto rezerva je schopná plniť požiadavky organizmu aj dlhé mesiace (Bastos Maia, Souza, Lins da Silva et al., 2019).

Jeho úloha sa prejavuje hlavne cez retinolové oxidatívne metabolity. Oxidatívne metabolity sú tri a to retinaldehyd, kyselina retinolová a 14 – hydroxy - 4, 14 - retro retinol.

Mechanizmus, ktorým účinkuje 14 – hydroxy - 4, 14 - retro retinol zatiaľ známy nie je, avšak jeho aktívna molekula by mala podporovať imunitný systém.

Ďalší metabolit, a to retinaldehyd má významnú úlohu vo videní človeka. Má úlohu v tvorbe hemu pre zrakový pigment a to rhodopsín. Jeho izomerizácia, ktorá je indukovaná svetlom začína fototrandukčnú kaskádu, ktorej záverom je prenos signálu do neurónov v optickom nerve.

Posledným metabolitom je kyselina retinolová, patrí medzi hormóny rozpustné v tukoch a jej úlohou je kontrola génovej transkripcie prostredníctvom receptormi sprostredkovanými udalosťami. Premena vitamínu A na retinolovú kyselinu prebieha v

rôznych tkanivách medzi, ktorými je aj pečeneňové tkanivo. Táto kyselina je jeho aktívnym metabolitom, ktorý je požadovaný pre správnu morfogenézu. V krvi sa vyskytuje spolu s retinolom vo veľmi malých množstvách. Avšak v prípade veľmi vysokej koncentrácie metabolitov tejto kyseliny a to trans - retinolová kyselina a 13 - cis - retinolová kyselina môžu viesť k zvýšeniu aktivity génov v období kritickom pre plod a to pri organogenéze, či embryogenéze. Toto môže to viesť až k teratogenite (Azaïs-Baesco, Pascal, 2000).

### **Funkcia v organizme**

V organizme je vitamín A potrebný pre množstvo funkcií. Je dôležitý pre správny vývin kostí, má ochrannú funkciu na pokožku a integritu slizníc. Taktiež hrá úlohu v správnej funkcii a optimálnom vývine imunitného systému a reprodukčných orgánov. Ďalej ovplyvňuje vývoj epiteliálnych tkanív a má úlohu aj v správnom raste zubov a vlasov.

Vitamín A má úlohu v správnej morfológii a fyziológii oka, a to tým že zasahuje do bunkovej diferenciácie a teda zaručuje najmä integritu a komplexnosť tkanív očnej buľvy, ako v jej prednom segmente, ktorý je tvorený pomocou sklery a rohovky, tak aj v očnom pozadí tvoreným sietnicou s jej funkciou, ktorú zabezpečujú kužele a tyčinky (Bastos Maia, de Fátima Costa Caminha, Lins da Silva et al., 2018).

### **Hladiny v tehotenstve**

Prechod vitamínu A medzi matkou a plodom v tehotenstve prebieha cez placentu a po pôrode prebieha cez materské žľazy počas kojenia. Hladiny pečeneňových rezerv vitamínu u novorodencov boli nízke a to z dôvodu poklesu množstva retinolu v krvi u tehotných žien, hlavne v poslednom trimestri. Hlavným dôvodom zníženia hladiny je, aby sa predišlo teratogenite tohoto hormónu (Azaïs-Baesco, Pascal, 2000).

### **Doporučené denné dávky v tehotenstve**

Doporučené hodnoty pre tehotné ženy v Českej republike sú 1,1 mg retinolu, čo odpovedá 6,6 mg all-trans karoténu (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

## **Nedostatočné množstvo v období vývoja plodu**

Pre optimálny vývoj plodu sú potrebné adekvátne dávky vitamínu A. Nedostatok sa môže prejaviť už na začiatku tehotenstva rôznymi malformáciami plodu, ktoré zahŕňajú poruchy nervového systému, kardiovaskulárne malformácie a poškodenia štítnej žľazy. Nedostatočná hladina tohoto vitamínu sa vyskytuje hlavne posledný trimester. Je to spôsobené hlavne zvýšením objemu krvi v tele matky, čo je pre finálnu fázu gravidity fyziologické. Vývoj plodu je v tomto období rýchlejší. Jeho nedostatok sa zvyčajne vyskytuje u tehotných žien hlavne v obdobiach, kedy je menšie množstvo potravín, ktoré ho obsahujú a taktiež, ak sa u nich vyskytnú infekcie, diabetes mellitus alebo gestačný diabetes (Azaïs-Baesco, Pascal, Bastos Maia et al., 2019).

Hlavným dôsledkom nedostatku vitamínu A je xerofthalmia, v tomto termíne je zahrnutá aj nočná slepota. Tento typ slepoty je spôsobený ulceráciou rohovky a keratomaláciou. Ďalej sa prejavuje v abnormalitách v urogenitálnom, dýchacom či kardiovaskulárnom systéme. Na štúdiách prevedených s pomocou zvierat bolo zistené, že nedostatok retinolu v poslednom trimestri gravidity môže spôsobiť letálne poškodenie vývoja pľúc. A teda jeho nízka hladina môže viesť k syndrómu respiračnej tiesne u novorodencov. V ďalších štúdiách bolo zistené, že od vyvinutia primitívneho srdca a obehového systému je potrebná optimálna hladina retinolu. Pretože ak sa v tomto kritickom období ranného vývoja plodu vyskytnú anomálie spôsobené nedostatkom, môžu viesť až k smrti plodu. Ďalším rizikom pri nedostatočnom príjme vitamínu A matkou je možný vznik inzulínovej rezistencie a glukózovej intolerancie v dospelosti (Bastos Maia, Souza, Lins da Silva et al., 2019).

V prípade nízkeho príjmu vitamínu A v druhom trimestri bol zistený možný vznik psychiatrických porúch a to schizofrénia a ďalšie choroby jej podobné. Počas tretieho trimestra gravidity si plod začína tvoriť zásoby, a aby si vytvoril po pôrode potrebné množstvo je nutné prijímať po narodení retinol cez materské mlieko. Vysoká hladina vitamínu A sa nachádza v colostre a v materskom mlieku na začiatku laktácie (Bastos Maia, Souza, Lins da Silva et al., 2019).

### **5.4.2 Vitamín B<sub>1</sub>**

Vitamín B<sub>1</sub> označovaný aj ako thiamín patrí do skupiny vo vode rozpustných vitamínov. Najčastejšie sa v ľudskom tele vyskytuje vo forme fosforylovanej a to

v podobe thiamín monofosfátu, difosfátu a trifosfátu. Takto upravený thiamín sa pri vstrebávaní v lumene čreva hydrolyzuje pomocou prítomných fosfatáz. Taktiež ho však môžeme nájsť aj vo forme nefosforylovanej. Voľný thiamín je transportovaný cez slizničnú membránu pomocou špecifického saturetovateľného transportéra. Táto voľná forma je prekursorom pre thiamín difosfát. V tejto podobe sa zapája do metabolizmu sacharidov a aminokyselín, a taktiež do reakcií poskytujúcich energiu ako koenzým.

V potrave sa nachádza v živočíšnych produktoch a to vo formách fosforylovaných a tiež ho môžeme získavať aj z rastlinnej potravy a to hlavne vo forme voľnej. Jeho absorpcia je pri obvyklom príjme zdravého jedinca okolo 95 %. V organizme sa nachádza hlavne v erythrocytoch a to vo svojej fosforylovanej forme ako difosfát a trifosfát. V plazme sú zase prítomné jeho nízke množstvá vo voľnej forme a v podobe monofosfátu, a tiež difosfát viazaný na proteíny krvnej plazmy (Bresson, Burlingame, Dean et al., 2016).

### **Funkcia v organizme**

Pre funkciu pyruvát dehydrogenázy, ktorá je zodpovedná v organizme za premenu pyruvátu na acetyl - koenzým A,  $\alpha$  - ketoglutarát dehydrogenázy, ktorá premieňa  $\alpha$  - ketoglutarát na sukcinyl - koenzým A (tento dej prebieha v Krebsovom cykle) a dehydrogenázu  $\alpha$  - ketokyselín s rozvetveným reťazcom je potrebný thiamín difosfát. Vyššie spomenuté enzýmové komplexy hrajú hlavnú úlohu v procesoch súvisiacich s mitochondriálnym energetickým metabolizmom. Thiamín vo forme difosfátu je tiež koenzýmom pre transketolázu, ktorá je dôležitá pre vytvorenie pentóz a nikotínamidadenín dinukleotidfosfátu (NADPH).

Difosfát je dôležitý pre funkciu nervového systému aj mozgu a to v podobe acetyl - koenzýmu A a  $\alpha$  - ketoglutarátu sa podieľa na vytváraní kyseliny gama - aminomaslovej, a tiež neurotransmitterov acetylcholínu (Bresson, Burlingame, Dean et al., 2016).

### **Hladiny v tehotenstve**

Počas priebehu tehotenstva dochádza iba k malému postupnému poklesu hodnôt vitamínu B<sub>1</sub>. Nedostatočný príjem počas tehotenstva, či dojčenia, ale tiež spôsobený hypremesis gravidarum môže spôsobiť príznaky nedostatku a tiež viesť k beri beri.

6 týždňov po pôrode sa dosahujú hodnoty pred tehotenstvom. V materskom mlieku sa vyskytuje ako voľná forma a taktiež monofostát (Rolf, Steegers-Theunissen, Thomas et al., 2007).

Hladina tohto vitamínu v mlieku matky a v plode po narodení veľmi silne závisí na jeho príjme matkou počas tehotenstva. Nedostatočný príjem je rizikovým faktorom pre vznik deficiencie u novorodenca, ktorá môže spôsobiť nedostatočný rast dojčiat. Jeho suplementácia môže tieto koncentrácie rýchlo zvýšiť (Allen, 2012).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Táto hodnota v Českej republike je pre ženy v období tehotenstva 1,2 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

K nedostatočnému množstvu tohto vitamínu môže v tehotenstve dôjsť v dôsledku neadekvátnej stravy, a taktiež z dôvodu konzumácie alkoholu v nadmernom množstve. Tento nedostatok môže viesť k dysfunkcii mozgu, z dôvodu toho, že vitamín B<sub>1</sub> hrá úlohu v syntéze myelínu a neurotransmitterov. Jeho nízke množstvo teda vedie k zvýšeniu oxidačného stresu znížením produkcie redukčných činidiel. Thiamín je štrukturálnou zložkou mitochondriálnych a synaptozomálnych membrán a teda jeho nedostatočné množstvo spôsobí dysfunkciu neurálnej membrány (Kloss, Eskin, Suh, 2018).

Ak dôjde k obmedzeniu príjmu thiamínu počas perinatálneho obdobia vývoja plodu môže to viesť k ovplyvneniu rovnováhy a motorickej koordinácii, vzore chôdze a tiež to vyvolá zmeny v hladinách glutamátu a GABA (gama - aminomaslová kyselina) v mozočku a talamickej oblasti (Ferreira-Vieira, Freitas-Silva, Ribeiro et al., 2016).

Okrem nízkeho množstva thiamínu v potrave počas tehotenstva a laktácie, tak aj hyperemesis gravidarum, môže viesť k už spomínaným príznakom nedostatku, tak aj k beri beri. Beri beri má niekoľko foriem, ktoré sa prejavujú hlavne neurologicky a kardiovaskulárne. Suchú beri beri zaraďujeme medzi neurologické poruchy a prejavuje sa senzorickými a pohybovými perifernými neuropatiami. Mokrá beri beri sa prejavuje okrem neuropatií aj kardiovaskulárnymi prejavmi, medzi ktoré patria

kongestívne zlyhanie srdca, kardiomegália a tachykardia. Ďalším typom je infantilná beri beri, ktorej výskyt je u detí, ktoré sú dojčené matkami s nedostatkom thiamínu. U týchto detí sa môžu prejaviť ako neurologickými, tak aj srdcovými príznakmi, ktoré môžu skončiť letálne v dôsledku zlyhania srdca (Cikot, Steegers-Theunissen, Thomas et al., 2000), (Bresson, Burlingame, Dean et al., 2016).

### **5.4.3 Vitamín B<sub>2</sub>**

Vitamín B<sub>2</sub> resp. riboflavín spolu so svojimi derivátmi a to flavínmononukleotidom (FMN) a flavínadenín dinukleotidom (FAD) hrá kľúčovú úlohu v životne dôležitých bunkových funkciách, napr. tvorbe energie. Zdrojom riboflavínu v potrave sú mäso, tučné ryby, vajcia, orechy, mlieko, ale taktiež špenát, fazuľa a niektoré druhy ovocia. Existuje aj predpoklad, že tento vitamín sú schopné produkovať aj isté baktérie, ktoré sú zložkou ľudského mikrobiomu. V týchto zdrojoch sa nachádza prevažne voľná forma riboflavínu, ale taktiež v nich môžeme nájsť aj FMN, či FAD. Tieto formy sa však do organizmu môžu absorbovať až po hydrolyzácii na riboflavín (Mosegaard, Dipace, Bross et al., 2020).

#### **Funkcia v organizme**

FAD a FMN sú súčasťou rôznych reakcií a to v podobe kofaktorov pre flavoproteínové enzýmy. Hrajú rolu ako nosiče protónov v reakciách redoxných, ktoré sú súčasťou energetického metabolizmu, a tiež metabolických dráh. FAD je kofaktorom pre metyléntetrahydrofolátreduktázu, či glutatiónreduktázu (Turck, Bresson, Burlingame et al., 2017).

#### **Hladiny v tehotenstve**

Riboflavín sa v plazme prenáša naviazaný na albumín, či imunoglobulíny. Najväčšie množstvo a hlavná zásoba tohto vitamínu je viazaná na erytrocyty. Medzi matkou a plodom dochádza k pozitívnemu prenosu (Turck, Bresson, Burlingame et al., 2017).

Počas tehotenstva stúpajú požiadavky na hodnoty riboflavínu a to hlavne s vývojom plodu, ale pokračuje to aj po pôrode. Zvýšenie jeho príjmu je potrebné hlavne v období tretieho trimestra (Mosegaard, Dipace, Bross et al., 2020).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Doporučená hodnota pre tehotné ženy v Českej republike je 1,5 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

Hlavným kofaktorom pre glutatión je FAD, čo je základom pre veľmi dôležitú antioxidačnú rolu vitamínu B<sub>2</sub> v priebehu pôrodu. Pri pôrode dochádza k rýchlej zmene z prostredia hypoxického do hyperoxického. Z tohto dôvodu je dôležitý glutation, ktorý má rozhodujúcu úlohu v pôsobení proti peroxidačným reakciám spôsobeným touto zmenou (Mosegaard, Dipace, Bross et al., 2020).

Taktiež môže dôjsť u matiek k preeklampsii a u plodu k vrodeným srdcovým chybám a nízkej pôrodnej hmotnosti novorodenca (Mousa, Naqash, Lim, 2019).

## **5.4.4 Vitamín B3**

Tento vitamín taktiež poznáme pod názvom nikotínová kyselina alebo tiež niacín. Jeho hlavným zdrojom sú potraviny bohaté na proteíny, medzi ktoré radíme napr. cereálie, mlieko a mäso, a tiež ho môžeme nájsť v kvasinkách. Tieto potraviny v sebe obsahujú veľké množstvo tryptofánu. V pečeni sa premieňa na niacín (na produkciu 1 mg niacínu je potrebné 60 mg tryptofánu) (Mousa, Mousa, 2021).

### **Funkcia v organizme**

NADH a NADPH sú kofaktormi, ktoré sú v organizme využívané rôznymi enzýmami. Prekurzorom pre tieto kofaktory je niacín, avšak organizmus si vie NADH syntetizovať aj nezávisle na tomto vitamíne.

NADH je súčasťou viacerých redoxných reakcií. Pri týchto reakciách dochádza k premene NAD<sup>+</sup> (oxidačné činidlo) a NADPH<sup>+</sup> (redukčné činidlo). Jeho ďalšou úlohou



je podieľanie sa na genómovej stabilite, a taktiež regulácii enzýmov, ktoré sú súčasťou epigenetickej regulácie. Vysoké hladiny NADH a aj NADPH znižujú tvorbu voľných kyslíkatých radikálov. Tento kofaktor je typickejší pre katabolické reakcie.

NADPH vzniká premenou NADH sprostredkovanou NAD kinázou. Tento typ kofaktoru je dôležitý hlavne pre enzýmy, ktoré sú súčasťou anabolických biosyntetických reakcií (napr. syntéza mastných kyselín) (Peterson, Rodionov, Osterman et al., 2020).

### **Hladiny v tehotenstve**

Vitamíny, ktoré sú vo vode rozpustné, ako aj tento vitamín sú do tela plodu dodávané aktívnym transportom (Gernand, Schulze, Stewart et al., 2016).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Hodnota určená pre tento vitamín v Českej republike pre tehotné ženy je 15 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatok v období vývoja plodu**

Pri nízkych hodnotách sa u rodičky môže vyskytnúť preeklampsia. Vo vývoji plodu môžu nastať vrodené srdcové chyby, a taktiež sa môže narodiť s nízkou pôrodnou hmotnosťou (Mousa, Naqash, Lim, 2019).

## **5.4.5 Vitamín B<sub>6</sub>**

Tento vitamín je známy aj pod názvom pyridoxín. Môžeme ho nájsť v troch formách a to pyridoxín, pyridoxal a pyridoxamín.

Dôležitý je príjem dostatočného množstva tohto vitamínu. Medzi potraviny, ktoré obsahujú pyridoxín patria pečeň, cícer, či hydina (Abosamak, Gupta, 2021).

## **Funkcia v organizme**

Všetky tri formy pyridoxínu sa v tele premieňajú na svoju aktívnu formu a tou je pyridoxal – 5 - fosfát. Táto forma je koenzýmom pre aminokyseliny, proteíny, karbohydráty a lipidový metabolizmus. Taktiež sa podieľa na glukogenolýze a glukoneogenéze (Abosamak, Gupta, 2021).

## **Hladina v tehotenstve**

Kvôli zvýšenému príjmu bielkovín počas tehotenstva je taktiež nutný aj zvýšený príjem vitamínu B<sub>6</sub>. V priebehu tehotenstva majú ženy hladiny pyridoxínu nižšie a to platí aj o znížení hladiny pyridoxal – 5 - fosfátu v plazme.

V prípade, že ženy počas tehotenstva neužívali suplementáciu tohto vitamínu, tak boli u nich zistené nízke hodnoty pyridoxal – 5 - fosfátu v pokročilejšom tehotenstve a tiež aj v pupočníkovej plazme (Chang, 1999).

## **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Príjem v tehotenstve u žien v Českej republike je 1,9 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

## **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

Nedostatočný príjem môže u plodu spôsobiť zníženie jeho pôrodnej hmotnosti a dĺžky (Chang 1999).

## **5.4.6 Vitamín B<sub>9</sub>**

Vitamín B<sub>9</sub> je známy aj pod názvom kyselina listová. Môžeme ho nájsť v rôznych potravinových zdrojoch. Vyskytuje sa v tmavozelenej listovej zelenine, či kvasniciach, ale taktiež v pečeni zvierat v niektorých druhoch ovocia a húb (Kim, Cho, 2018).

Človek ako aj väčšina cicavcov si folát nevie syntetizovať sám, ale je potrebný jeho príjem z potravy v priebehu celého života (Naninck, Stijger, Brouwer-Brolsma, 2019).

### **Funkcia v organizme**

Hlavnou úlohou tohto vitamínu je, že sa podieľa na metabolizme nukleovej kyseliny. Jeho nedostatok teda ovplyvňuje hlavne tkanivá, v ktorých prebieha premena buniek pod vysokou rýchlosťou. Patria sem napr. tkanivá, ktorých úlohou je produkcia krviniek. A preto medzi prvé znaky nedostatku patrí vznik makrocytovej anémie spojenou s megaloblastickou erytropoézou (Okada, Hanada, Sugiura, 1964).

### **Hladiny v tehotenstve**

Správne hladiny folátu sú dôležité aj u tehotných žien. V tehotenstve vzrastajú požiadavky na príjem tohto vitamínu niekoľkonásobne. Toto množstvo je potrebné pre správny vývin a vývoj ako tkanív matky, tak samozrejme aj plodu. Folát sa z tela matky do plodu dostáva pomocou placenty. A teda správny príjem matkou je dôležitý pre neustály aktívny prenos kyseliny listovej z organizmu matky do krvného obehu plodu. Tento dej prebieha pomocou polarizovaných folátových transportérov (Naninck, Stijger, Brouwer-Brolsma, 2019).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

U tehotných žien v Českej republike je táto hodnota stanovená na 600 µg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatok v období vývoja plodu**

Pri nízkom príjme dochádza k zhromažďovaniu homocysteínu. Tento dej môže zvýšiť riziko vzniku preeklampsie a fetálnych anomálií. Homocysteín sa ďalej premieňa na metionín, čomu napomáhajú pravé vitamín B<sub>6</sub> a B<sub>12</sub>. Methionín je veľmi dôležitý pre metyláciu DNA (deoxyribonukleová kyselina), RNA (ribonukleová kyselina), proteínov, neurotransmitterov, a tiež fosfolipidov. Preto ich nedostatok môže vyústiť

nielen v zlý rast buniek, ale má vplyv aj na vznik nervového tkaniva. Dôsledkom čoho môžu byť poruchy miechy, medzi ktoré patrí napr. spina bifida. (Mousa, Naqash, Lim, 2019).

Medzi ďalšie príznaky nedostatku patrí megaloblastická anémia. Existujú dôkazy, ktoré spájajú nedostatok vitamínu B<sub>6</sub> s možnosťou vzniku vrodených chýb ako orofaciálne rúžštepky, či srdcové chyby (Benoist, 2018).

### **5.4.7 Vitamín B<sub>12</sub>**

Vitamín B<sub>12</sub> známy aj pod názvom kobalamín patrí do skupiny esenciálnych vitamínov. Jeho syntéza prebieha pomocou mikroorganizmov. Medzi hlavné zdroje tohto vitamínu zaradujeme potraviny, ktorých pôvod je živočíšny. Vyššie riziko jeho nedostatku je u jedincov, ktorý strava neobsahuje alebo obsahuje v nízkom množstve mäso, či mliečne výrobky (Venkatramanan, Armata, Strupp et al., 2016).

Medzi potraviny, ktoré obsahujú vysoký obsah kobalamínu patria pečeň, bravčové, jahňacie a kuracie mäso, ďalej vajcia a výrobky z mlieka. V oblasti rastlinných zdrojov sa vitamín B<sub>12</sub> nenachádza v žiadnych (O'Leary, Samman, 2010).

#### **Funkcia v organizme**

Jeho funkcia je podieľanie sa na syntéze DNA, udržiavaní génomovej stability a metylačných reakciách. Je kofaktorom enzýmu, ktorého úlohou je premena 5 - metyltetrahydrofolátu na tetrahydrofolát a to remetyláciou homocysteínu na metionín. Tento enzým sa nazýva methionín syntáza. Methionín syntáza je dôležitá na vznik S - adenosylmetionínu a ten je súčasťou viac než 100 metylačných reakcií prebiehajúcich v tele. Je tiež metylovým donorom v reakciách, pri ktorých dochádza k syntéze neurotransmitterov a udržiavanie bunečnej integrity (Venkatramanan, Armata, Strupp et al., 2016).

#### **Hladiny v tehotenstve**

Hodnoty vitamínu v tehotenstve u matky nám predikujú jeho hodnotu v tele dieťaťa po narodení. V tomto prípade je však v tele novorodenca toto množstvo vyššie

ako v plazme matky. U dojčiat už hodnoty klesajú (Obeid, Heil, Verhoeven, et al., 2019).

V priebehu tehotenstva sa koncentruje v plode a vytvára zásoby v pečeni. Novorodenci, ktorých matky mali adekvátne množstvo tohto vitamínu majú jeho správne zásoby, ktoré sú potrebné pre prvé mesiace po pôrode (Black, 2008).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

U tehotných žien by mal byť príjem tohto vitamínu 6 µg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatočné hladiny v tehotenstve**

Hlavná úloha vitamínu B<sub>12</sub> pri vývoji plodu je, že sa podieľa na neurálnej myelínii, myelinizácii a synaptogenéze. Taktiež je dôležitý pre syntézu neurotransmiterov, ktoré majú funkciu v kognitívnom vývoji. Pri nedostatku sa teda tieto reakcie môžu prerušiť a dôjde k vzniku porušenia nervových vlákien a atrofii mozgu. Ďalšie plod ohrozujúce zmeny v dôsledku nedostatku sú zníženie rastu, porušenie psychomotorických funkcií a porušený vývin mozgu. Tieto zmeny môžu viesť až k smrti plodu (Venkatramanan, Armata, Strupp et al., 2016).

Okrem neurologických príznakov sa môžu vyskytnúť fyzické symptómy ako napr. abnormálna pigmentácia, zväčšená pečeň, slezina, anorexia, či neprospievanie (Black, 2008).

Nízka hladina vedie aj k vyššej hladine homocysteínu, čo následne vedie k nežiadúcim účinkom ako sú odtrhnutie placenty, nízka pôrodná hmotnosť dieťaťa, pôrod pred termínom, ale môže skončiť aj narodením mŕtveho dieťaťa (Mousa, Naqash, Lim, 2019).

## **5.4.8 Vitamín C**

Kyselina askorbová patrí do skupiny esenciálnych vitamínov. Človek ich teda musí prijímať z potravy. Na sodíku závislé transportéry vitamínu C sprostredkovávajú a kontrolujú hladiny v krvi, ale aj jednotlivých tkanivách (Lykkesfeldt, Tveden-Nyborg, 2019).

Potrava, v ktorej môžeme nájsť vitamín C je ovocie a zelenina. Patrí sem hlavne citrusové ovocie, ale aj jahody, paradajky, či zemiaky. Množstvo v tejto potrave závisí od rôznych kritérií napr. ročné obdobie, podmienky, v ktorých rastú, obsah mení aj skladovanie, či spôsob úpravy (Dror, Allen, 2012).

### **Funkcia v organizme**

Mozog, nadobličky, či hypofýza sú tkaniva v ľudskom tele, kde je vysoká koncentrácia kyseliny askorbovej. A to nám približuje aj jednu z hlavných úloh. Patrí medzi kofaktory metaloenzýmov regulačných, ale biosyntetických. Patria sem enzýmy, ktoré majú úlohu v syntéze katecholamínov a peptidových hormónov (Rowe, Carr, 2020).

Ďalšou úlohou je, že pôsobí v tele ako antioxidant. Pôsobí pri vychytávaní reaktívnych foriem kyslíka a dusíka (Dror, Allen, 2012).

### **Hladiny v tehotenstve**

Hemodilúcia a taktiež aktívny transport do plodu, znižujú hladiny vitamínu v tele matky. Prenos sa uskutočňuje pomocou placenty. Tá odoberá oxidovanú formu z tela matky a zároveň do tela plodu dopĺňa redukovanú formu (Dror, Allen, 2012).

Transport medzi plodom a matkou je hlavne sprostredkovaný pomocou vyššie spomenutého transportéru. Hodnoty v plode, a taktiež u dojčaťa postnatálne sú vyššie ako v tele matky (Lykkesfeldt, Tveden-Nyborg, 2019).

### **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

V období tehotenstva by mali ženy prijímať 110 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

### **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

Jeho nedostatok môže spôsobiť zvýšenie oxidačného stresu v plode, čoho dôsledkom je zlá implantácia a zvýšený výskyt komplikácií, medzi ktoré patrí preeklampsia (Lykkesfeldt, Tveden-Nyborg, 2019).

## 5.4.9 Vitamín D

Vitamín D patrí do skupiny esenciálnych vitamínov a je rozpustný v tukoch. Môžeme ho získavať nie len z potravy, ale taktiež vzniká syntézou v koži pod ultrafialovým žiarením (Yang, Jing, Ge et al., 2021).

Endogénna syntéza vitamínu D sprostredkovaná slnečným žiarením je jeho primárnym zdrojom. Tento dej je však ovplyvnený rôznymi faktormi medzi, ktoré patrí napr. pigmentácia kože, obliekanie, sezónne počasie a používanie opaľovacieho krému (Ates, Sevket, Ozcan et al., 2016).

Medzi potravinové zdroje radíme ryby, žĺtka z vajčiek, margarín, jogurt, ale aj pomarančový džús (Lowensohn, Stadler, Naze, 2016).

### Mechanizmus v organizme

Jeho hlavnou úlohou v organizme je, že napomáha pri vstrebávaní vápnika a fosfátov z čreva a tým sa podieľa na udržiavaní ich potrebnej koncentrácie. Čím udržiava optimálnu mineralizáciu kosti. Medzi jeho ďalšie funkcie patrí aj modulácia procesov ako napr. neuromuskulárne funkcie, imunitné reakcie, či rast buniek (Yang, Jing, Ge, 2021).

V priebehu tehotenstva sa vitamín D podieľa na embryogenéze. Jeho úloha je hlavne v homeostáze vápnika a vývoji kostry u plodu (Agarwal, Kovilam, Agrawal, 2018).

### Hladiny v tehotenstve

V tehotenstve dochádza k zvýšeniu hladín 1,25 - dihydroxyvitamínu D (aktívna forma vitamínu D, nazývaná aj kalcitriol). V prvom trimestri sa táto koncentrácie zvýši dvakrát a následne dochádza v priebehu tehotenstva k ďalšiemu 2 - až 3 - násobnému zvýšeniu. Po pôrode zase dochádza k opätovnému zníženiu hladín.

Ďalším producentom 1,25 - dihydroxyvitamínu D je aj placenta. Avšak takto vyrobený neprispieva k zvýšeniu hladín v obehu (Pilz, Uittermann, Obeid et al., 2018).

Vyššie spomenutá aktívna forma vitamínu vytvorená v tele matky prechádza pomocou placenty do plodu, kde je hlavnou formou (Agarwal, Kovilam, Agrawal, 2018).

## **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Denný príjem vitamínu D v tehotenstve je 5 µg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

## **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

Zvýšený výskyt infekcií, ale aj autoimunitných ochorení môže byť spôsobený aj nedostatočnými hodnotami vitamínu D. Je to spôsobené pomocou dysfunkčných T buniek, ktoré majú regulačnú funkciu. Táto ich funkcia, ktorá pôsobí pri ochorenia, ktoré sú spojené so zápalom (napr. atopický ekzém, či astma) majú súvis s množstvom vitamínu počas tehotenstva (Gur, Gur, Ince et al., 2016).

Ďalšími možnými následkami nízkych hladín, ktoré boli zistené niekoľkými štúdiami a môžu ohroziť na zdraví matku aj plod sú gestačný diabetes mellitus, preeklampsia, či predčasný pôrod (Agarwal, Kovilam, Agrawal, 2018).

## **5.4.10 Vitamín E**

Vitamín E je názov pre vitamín, ktorý sa vyskytuje v 8 rôznych formách a to  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$  -,  $\delta$  -, tokotrienoly a  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$  -,  $\delta$  -, tokoferoly. Tieto formy sa navzájom nemôžu premieňať. Pre človeka je dôležitý  $\alpha$  - tokoferol.

Medzi hlavné potravinové zdroje, v ktorých môžeme nájsť vitamín E sú rastlinné oleje (sójový, slnečnicový, orechový, bavlníkový), či orechy (Lee, Han, 2018).

## **Mechanizmus v organizme**

Tento vitamín hrá úlohu v metabolických funkciách tela a je taktiež antioxidantom. Podieľa sa na znižovaní aktivít voľných radikálov (Chen, Qian, Yan, et al., 2018).



## **Hladiny v tehotenstve**

Koncentrácie v sére u ženy sa počas tehotenstva menia. Na začiatku je táto hladina na najnižšej hodnote, v priebehu tieto koncentrácie stúpajú. Najvyššie hladiny boli zistené v neskorom tehotenstve (Chen, Qian, Yan, et al., 2018).

## **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Hodnoty príjmu tohto vitamínu v období gravidity by mali byť 13 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

## **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

V tele matky môže dôjsť k zvýšenej tvorbe voľných radikálov z dôvodu nízkeho príjmu vitamínu E. Toto môže viesť k poraneniu cievneho epitelu pri starnutí placenty. Ďalej môže dôjsť k poškodeniu buniek fetálnej membrány. Toto by malo za následok zvýšenie rizika, že dôjde k predčasnému pretrhnutiu plodových obalov.

Vitamín E môže ovplyvňovať u plodu aj zrážanlivosť krvi, čím sa zvyšuje riziko zvýšenej hladiny bilirubínu a možnosť vzniku jadrovej žltacky u novorodenca (Chen, Qian, Jiang, 2018).

## **5.4.11 Vitamín K**

Je to vitamín, ktorý má v tele dôležité biologické úlohy ako napr. má kľúčovú funkciu v syntéze niektorých zrážacích faktorov krvi. Prirodzene sa vyskytuje v dvoch formách a to fylochinón K<sub>1</sub> a K<sub>2</sub> (zahŕňa v sebe viaceré formy nazývané menachinóny, MK). Okrem už spomínaných foriem existujú aj formy syntetické MK - 7 až MK - 10. Tieto formy sú syntetizované v ľudskom tele pomocou baktérií (Fusaro, Gallieni, Rizzo et al., 2017).

## **Mechanizmus v organizme**

Veľmi dôležitým kofaktorom syntézy určitých koagulačných faktorov (II, VII, IX a X) je vitamín K. A taktiež je aj kofaktorom pre výrobu antikoagulačných proteínov a to C a S. Pri jeho nedostatku je táto syntéza porušená a vznikajú faktory, ktoré sú nedostatočne karboxylované. Takéto faktory sa nevedia aktivovať, z dôvodu, že nie sú schopné viazať vápnik (Ceratto, Savino, 2019).

## **Hladiny v tehotenstve**

Vitamín K sa do tela plodu dostáva pomocou facilitovanej difúzie cez placentu. Jeho hladina je teda závislá na jeho hodnote v tele matky (Maldonado, Alhousseini, Awadalla et al., 2017).

## **Doporučený denný príjem v tehotenstve**

Denný príjem pre ženy v období gravidity je 110 mg (Stránska, Andelová, Stránsky et al., 2011).

## **Nedostatočné hladiny v období vývoja plodu**

Ak sa z matky do tela plodu dostávajú nedostatočné hladiny tohto vitamínu môže to viesť k závažným hemoragickým ochoreniam u novorodenca. Vzácnne sa môže pri nedostatku vyskytnúť krvácanie u plodu a to hlavne intrakraniálne krvácanie (Shigemi, Nakanishi, Miyazaki, 2015).

## 6. METODIKA

### 6.1 Design štúdie

V priebehu štúdie bolo vyšetovaných 10 gravidných žien. Tieto ženy boli zdravé a ich priebeh tehotenstva bol fyziologický. Ich vyšetovanie prebiehalo v stanovených obdobiach a to G1 (17. - 27. týždeň tehotenstva), ďalej G2 (28. -35. týždeň tehotenstva) a posledné sledované obdobie bolo G3 (36. - 38. týždeň tehotenstva). Pred začiatkom vyšetovania, boli ženy oboznámené s priebehom štúdie a podpísali informovaný súhlas. Vyšetrenia boli vykonávané na Farmaceutickej fakulte Univerzity Karlovej v Hradci Králové, na Katedre biologických a lekárskejších vied. Realizovanie štúdie bolo schválené etickou komisiou Fakultnej nemocnice Hradec Králové.

V rámci prvého vstupného vyšetrenia bola u gravidných žien zameraná ich výška a hmotnosť. Hmotnosť bola opakovane vyšetovaná pri každej návšteve. Hmotnosť bola vyšetovaná pomocou antropometrickej váhy Body composition monitor InnerScan (Tanita Corporation, Tokio, Japonsko). Následne bol zo skúmaných hodnôt každej gravidnej ženy vypočítaný index telesnej hmotnosti - BMI (body mass index) pre každé obdobie. Priemerné hodnoty týchto parametrov uvádzame v tabuľke č. 3.

Ďalej bol v rámci štúdie vyšetovaný u gravidných žien ich energetický metabolizmus a to nepriamou kalorimetriou, pomocou bioelektrickej impendančnej analýzy. Vyšetrené boli parametre zloženia tela, a taktiež bola zisťovaná svalová sila a výdrž pomocou dynamometru.

**Tabuľka 3: Priemerné hodnoty vyšetovaných parametrov u gravidných žien**

Parametre	Vek (roky)	Výška (cm)	Pregravidná hmotnosť (kg)	Pregravidné BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Hodnoty	29 (25 - 30)	167 ± 7	61,9 ± 10,1	22,0 ± 2,6

*Výsledky sú uvádzané ako priemerná hodnota ± smerodajná odchýlka. V prípade veku sme použili medián (25 % percentil, 75 % percentil)*

*BMI – body mass index*

## 6.2 Dotazníky

V rámci štúdie gravidné ženy na vyšetrenia prinášali vyplnený dotazník v listinnej forme. Tento dotazník sa skladal z niekoľkých častí. V prvej časti sa nachádzali údaje o žene napr. jej výška, hmotnosť, v akej fáze tehotenstva sa nachádza, ale taktiež aj zamestnanie. Ďalej sa v dotazníku nachádza časť, kde gravidné ženy zaznamenávali ich aktivity behom týždňa (v minútach, či hodinách). A poslednou časťou boli údaje o ich strave. Do tejto časti ženy uvádzali čo v priebehu týždňa pred vyšetrením konzumovali. Ich jedlá boli rozdelené do 5 skupín a to raňajky, desiata, obed, olovrant a večera. Jedlá boli uvádzané buď v gramoch alebo porciách. Taktiež tu uvádzali aj príjem tekutín počas dňa v mililitroch.

Následne boli dotazníky spracovávané a hodnotené pomocou počítačového programu NutriDan. Pomocou tohto programu je možné dlhodobé sledovanie stravovacích návykov a ich následné vyhodnotenie a výpočet priemerného denného príjmu energie, a taktiež aj jednotlivých mikronutrientov. Výsledky získané v tomto programe sme následne zaznamenávali do programu Microsoft Office Excel.

## 6.3 Štatistické hodnotenie

Výsledky boli hodnotené v programe GraphPad Prism (verzia 9.3.1, GraphPad Software) a Microsoft Excel verzia 2102. U sledovaných parametrov bola testovaná normalita dát pomocou D'Agostinového a Pearsonového testu. Parametre boli podrobené deskriptívnej štatistike a sú uvádzané pomocou priemerov a smerodajnej odchýlky (iba vek pomocou mediánu a 25 % a 75 % percentilu). Rozdiely v príjme vitamínov bez započítania a vrátane započítania suplementácie boli hodnotené pomocou párového t testu. Rozdiely v príjme vitamínov medzi jednotlivými obdobiami gravidity boli hodnotené pomocou repeated measures ANOVA a Turkeyho multiple comparisons testu. Hladina štatistickej významnosti bola akceptovaná pri  $P \leq 0,05$ .

## 7. VÝSLEDKY

V nasledujúcej tabuľke č. 4 sú pre jednotlivé vitamíny uvedené priemerné hodnoty príjmu rozdelené do jednotlivých období, a to ako so suplementáciou, tak aj bez nej.

**Tabuľka 4: Priemerné hodnoty príjmu vitamínov u gravidných žien**

Obdobie	Bez suplementácie			So suplementáciou		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
<b>Vitamín A (µg)</b>	1341 ± 1363	994 ± 382	994 ± 302	1341 ± 1363	995 ± 382	994 ± 302
<b>Vitamín D (µg)</b>	2,2 ± 1,6	2,1 ± 1,5	2,9 ± 2,9	8,2 ± 7,9*	5,5 ± 7,3	14,4 ± 16,5
<b>Vitamín E (mg)</b>	11,5 ± 3,1	10,3 ± 3,0	10,1 ± 3,5	22,6 ± 14,3*	17,5 ± 11,6	23,2 ± 11,6*
<b>Vitamín B<sub>1</sub> (mg)</b>	1,5 ± 0,5	1,6 ± 0,3	1,5 ± 0,5	2,3 ± 1,1*	2,3 ± 1,1*	2,7 ± 1,2*
<b>Vitamín B<sub>2</sub> (mg)</b>	1,7 ± 0,6	1,6 ± 0,4	1,5 ± 0,3	2,7 ± 1,4*	2,4 ± 1,1*	3,0 ± 1,0*
<b>Vitamín B<sub>3</sub> (mg)</b>	33 ± 9	33 ± 6	33 ± 6	43 ± 15*	40 ± 15	48 ± 12*
<b>Vitamín B<sub>6</sub> (mg)</b>	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,4	1,8 ± 0,4	2,6 ± 1,2	3,1 ± 1,7	3,4 ± 1,1*
<b>Vitamín B<sub>9</sub> (µg)</b>	226 ± 68	220 ± 45	218 ± 54	520 ± 528	426 ± 393	598 ± 332*
<b>Vitamín B<sub>12</sub> (µg)</b>	6,4 ± 3,1	4,9 ± 1,7	4,8 ± 1,9	8,5 ± 4,5*	5,9 ± 2,6	8,8 ± 4,8*
<b>Vitamín C (mg)</b>	143 ± 56	143 ± 70	167 ± 74	224 ± 106*	178 ± 81	266 ± 70*

*Hodnoty sú uvedené ako priemerné hodnoty príjmu ± smerodajná odchýlka.*

*\*- označuje štatisticky významný rozdiel medzi príjmom vitamínov so suplementáciou a bez nej, paired t- test ( $P \leq 0,05$ )*

*G1 - 17. - 27. týždeň tehotenstva*

*G2 - 28. - 35. týždeň tehotenstva*

*G3 - 36.- 38. týždeň tehotenstva*

Suplementácia výrazne zvýšila príjem vitamínov D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub> a C a to v období G1. V nasledujúcom období G2 stúpol príjem pomocou suplementácie u vitamínov B<sub>1</sub> a B<sub>2</sub>. V poslednom období G3 sme toto zvýšenie sledovali u všetkých vitamínov okrem vitamínu A a D.

V tabuľke č. 5 sú pre jednotlivé vitamíny uvedené priemerné hodnoty príjmu v percentách DDD rozdelené do jednotlivých období, a to ako so suplementáciou, tak aj bez suplementácie. U viacerých vitamínov a v rôznych obdobiach sme sledovali významný rozdiel priemerného príjmu vitamínu od doporučenej dennej dávky.

**Tabuľka 5: Priemerné hodnoty príjmu vitamínov u gravidných žien v percentách DDD**

Obdobie	Bez suplementácie (% DDD)			So suplementáciou (% DDD)		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
<b>Vitamín A</b>	122 ± 124	90 ± 35	90 ± 28	122 ± 124	91 ± 35	90 ± 28
<b>Vitamín D</b>	43 ± 32*	43 ± 29*	58 ± 58*	163 ± 158	111 ± 146	288 ± 330
<b>Vitamín E</b>	89 ± 24	79 ± 23*	78 ± 27*	174 ± 110	135 ± 89	179 ± 89*
<b>Vitamín B<sub>1</sub></b>	122 ± 42	135 ± 28*	120 ± 39	193 ± 87*	192 ± 91*	227 ± 98*
<b>Vitamín B<sub>2</sub></b>	111 ± 40	108 ± 26	101 ± 23	179 ± 92*	161 ± 74*	199 ± 70*
<b>Vitamín B<sub>3</sub></b>	220 ± 62*	220 ± 42*	218 ± 39*	287 ± 103*	264 ± 103*	321 ± 83*
<b>Vitamín B<sub>6</sub></b>	99 ± 32	107 ± 21	97 ± 24	137 ± 65	161 ± 91	177 ± 56*
<b>Vitamín B<sub>9</sub></b>	38 ± 11*	37 ± 8*	36 ± 9*	87 ± 88*	71 ± 66	100 ± 56
<b>Vitamín B<sub>12</sub></b>	108 ± 51	81 ± 28	79 ± 32	142 ± 76	99 ± 44	147 ± 81
<b>Vitamín C</b>	130 ± 50	131 ± 64	152 ± 67*	204 ± 97	162 ± 74*	242 ± 64*

*Hodnoty sú uvedené ako priemerné hodnoty príjmu v % oproti DDD ± smerodajná odchýlka.*

*\*- označuje štatisticky významný rozdiel priemerného príjmu vitamínu od doporučenej dennej dávky, one sample t- test ( $P \leq 0,05$ )*

*G1 - 17. - 27. týždeň tehotenstva*

*G2 - 28. - 35. týždeň tehotenstva*

*G3 - 36. - 38. týždeň tehotenstva*

Príjem vitamínu D bol bez započítania suplementácie vo všetkých troch sledovaných obdobiach gravidity významne nižší, než je hodnota DDD. Avšak po započítaní suplementácie bol priemerný príjem dostatočný.

V obdobiach G2 a G3 bol u vitamínu E bez započítania suplementácie významne nižší príjem ako DDD. Vo fáze G3 po započítaní suplementácie bol priemerný príjem významne vyšší.

U vitamínov skupiny B - komplex mali výrazne vyšší priemerný príjem oproti DDD vo fáze G1, G2 a G3 so suplementáciou vitamíny B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> a vitamín B<sub>6</sub> iba v G3 so suplementáciou a u B<sub>9</sub> v období G3 so započítanou suplementáciou.

Vo všetkých pozorovaných obdobiach bez suplementácie bol príjem oproti DDD výrazne vyšší u B<sub>3</sub>, B<sub>9</sub>. Pre vitamín B<sub>1</sub> bol výrazne vyšší v období G2 bez suplementácie.

Významne vyšší priemerný príjem oproti DDD mal vitamín C vo fázach G2, G3 po započítaní suplementácie a v období G3 aj bez suplementácie.

U väčšiny vitamínov sme nezistili výrazne rozdiely v príjme medzi jednotlivými obdobiami. Významné rozdiely sme potvrdili iba u vitamínu B<sub>12</sub> a C (hodnotené pomocou testu ANOVA a Turkeyho post hoc testu). U vitamínu B<sub>12</sub> bol príjem v období G2 približne o tretinu nižší než v období G1 a G3. U vitamínu C vyšiel významný rozdiel iba medzi obdobiami G2 a G3, kedy opäť v období G2 bol príjem asi o tretinu nižší ako v období G3.

V nasledujúcich kapitolách sú uvedené individuálne hodnotenia príjmu pozorovaných vitamínov v jednotlivých obdobiach bez suplementácie a s jej započítaním.

## **7.1 Vitamín A**

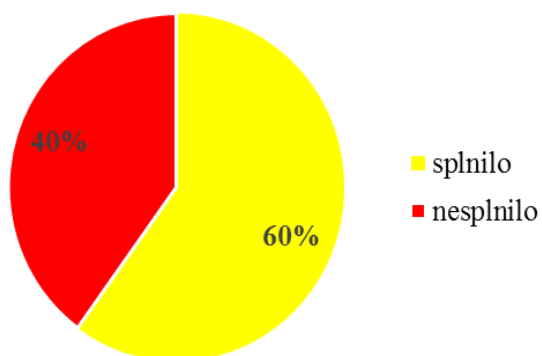
V prípade vitamínu A nezávisle na období, či započítaní suplementácie splnilo DDD iba 40% sledovaných žien.

## 7.2 Vitamín B<sub>1</sub>

DDD u vitamínu B<sub>1</sub> splnila väčšina žien aj bez započítania suplementácie. Pri jej započítaní iba 1 z vyšetovaných žien nedosiahla DDD, výnimkou bolo obdobie G3, kedy DDD splnili všetky ženy (viď grafy č. 1A – 1F).

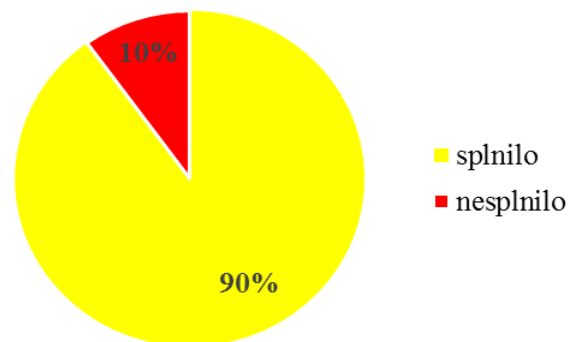
**Graf 1: Počty tehotných žien v % splňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B<sub>1</sub>**

**1A – G1 bez suplementácie**



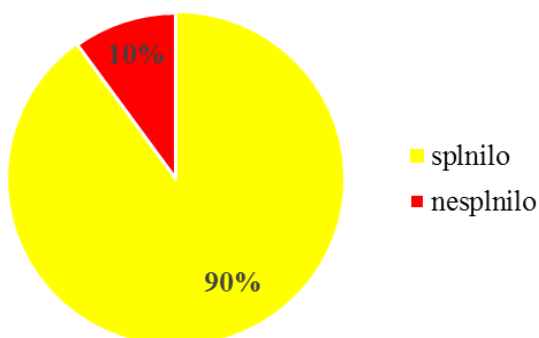
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**1B – G1 so suplementáciou**



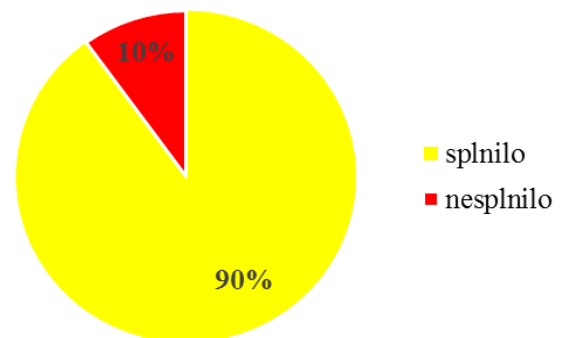
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**1C – G2 bez suplementácie**



*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

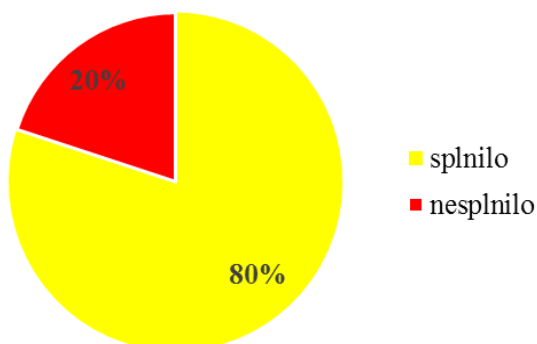
**1D – G2 so suplementáciou**



*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

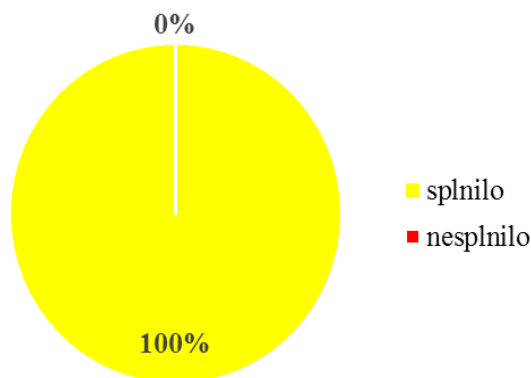


1E – G3 bez suplementácie



G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

1F – G3 so suplementáciou



G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

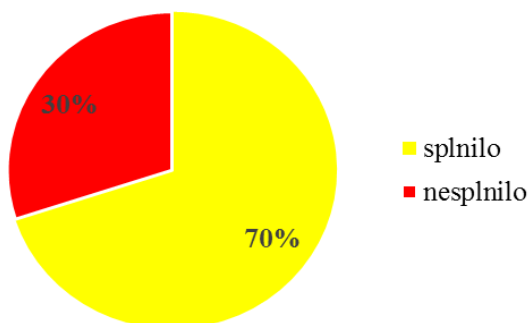
### 7.3 Vitamín B<sub>2</sub>

Na grafoch č. 2A – 2F je percentuálne vyjadrené koľko tehotných žien v danom období dosiahlo v príjme vitamínu B<sub>2</sub> DDD.

V rámci tohto vitamínu väčšina žien splňovala DDD aj v prípade bez suplementácie. Po jej započítaní sa počty žien zvýšili, v období G3 dokonca nedosiahla doporučený denný príjem iba 1 žena.

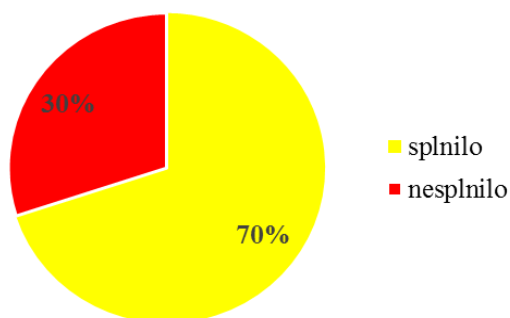
Graf 2: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B<sub>2</sub>

2A - G1 bez suplementácie



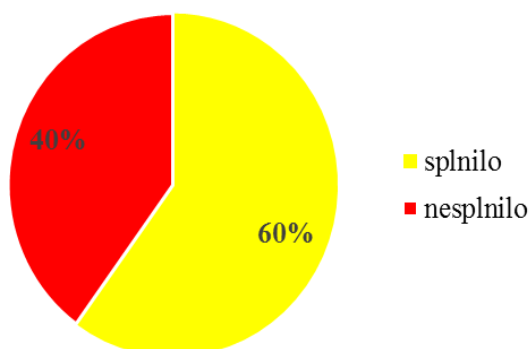
G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva

2B - G1 so suplementáciou



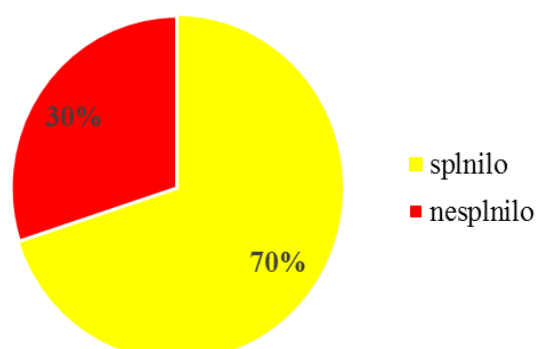
G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva

**2C – G2 bez suplementácie**



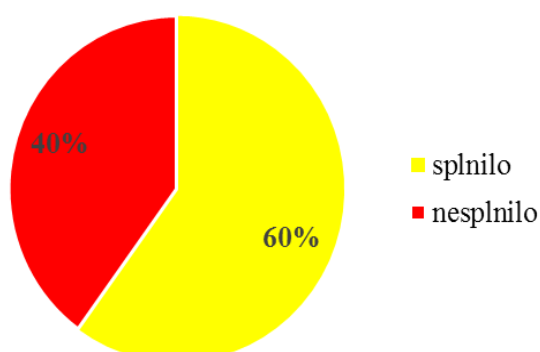
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**2D – G2 so suplementáciou**



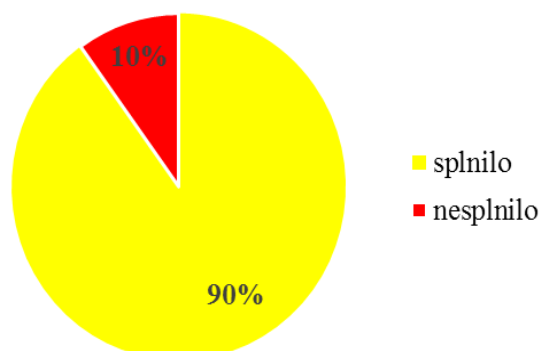
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**2E – G3 bez suplementácie**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

**2F – G3 so suplementáciou**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

## 7.4 Vitamín B<sub>3</sub>

Pri vitamíne B<sub>3</sub> splnilo doporučenú dennú dávku 100% žien a to vo všetkých sledovaných obdobiach, či už po pridaní suplementácie alebo bez nej.

## 7.5 Vitamín B<sub>6</sub>

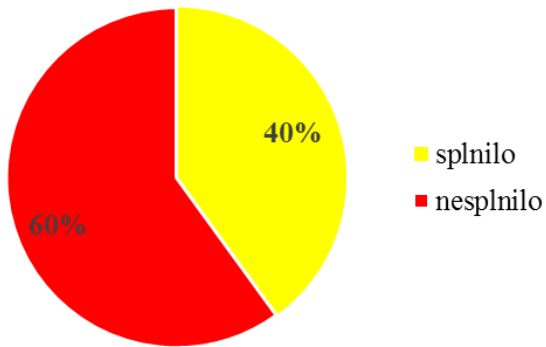
Grafy č. 3A – 3F nám prezentujú koľko percent žien splnilo doporučený denný príjem.

Bez započítania suplementácie splnili v období G1 DDD iba dve pätiny žien, avšak v období G2 DDD splnilo viac než dve tretiny žien. Vo fázy G3 sa však tento počet znížil na polovicu žien, ktoré splnili DDD. Po započítaní suplementácie sa počty

žien splňujúcich doporučený denný príjem zvýšil, v období G3 ho dokonca splnili všetky sledované ženy.

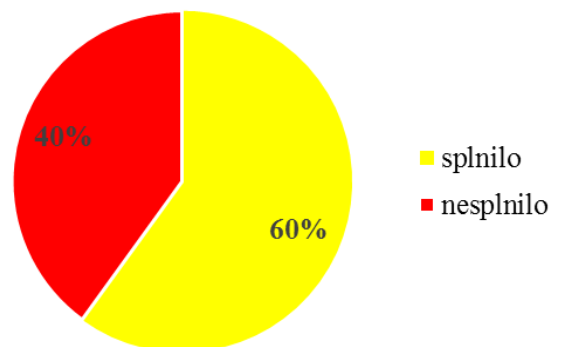
**Graf 3: Počty tehotných žien v % splňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B<sub>6</sub>**

**3A – G1 bez suplementácie**



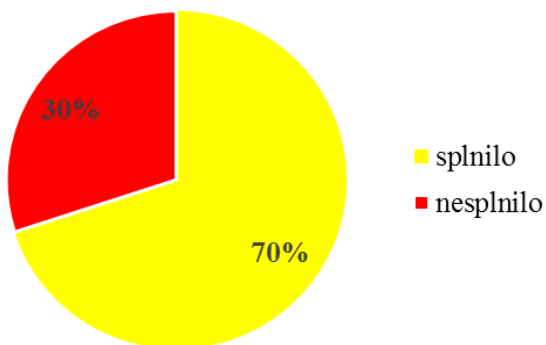
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**3B – G1 so suplementáciou**



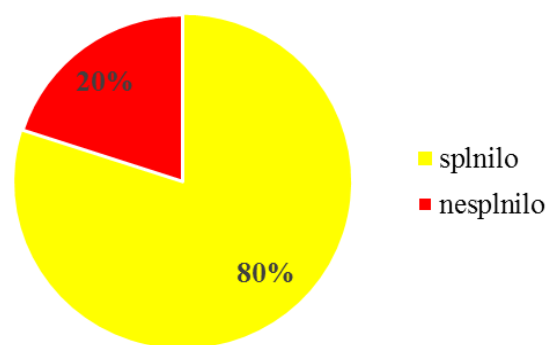
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**3C – G2 bez suplementácie**



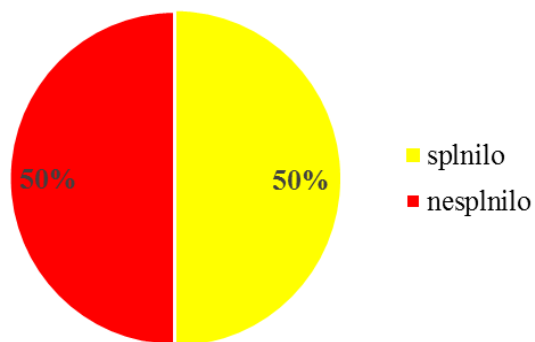
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**3D – G2 so suplementáciou**



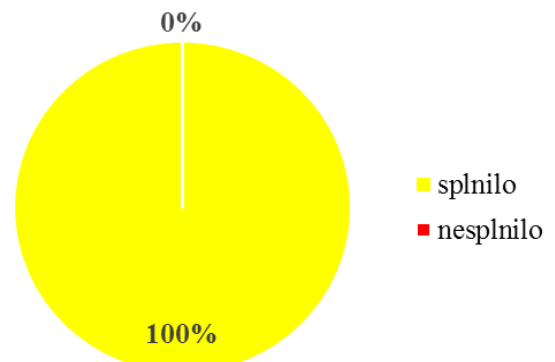
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**3E – G3 bez suplementácie**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

**3F – G3 so suplementáciou**



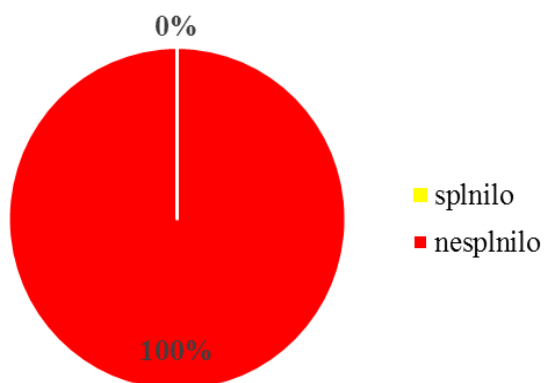
*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

## 7.6 Vitamín B<sub>9</sub>

U vitamínu B<sub>9</sub> bez započítania suplementácie nedosiahla žiadna zo žien DDD v žiadnom zo sledovaných období. V týchto obdobiach po pripočítaní suplementácie sa počty žien zvýšili, najviac v období G3 a to o viac než jednu tretinu, avšak aj napriek tomu väčšina žien DDD nespĺnila (viď grafy č. 4A – 4F).

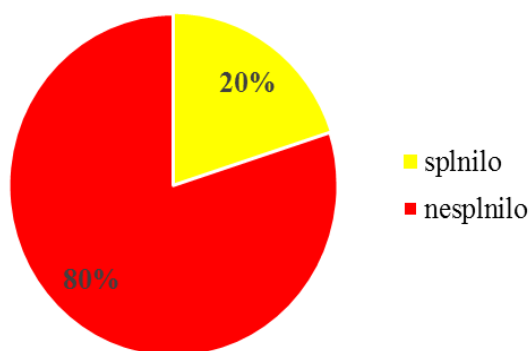
**Graf 4: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B<sub>9</sub>**

**4A – G1 bez suplementácie**



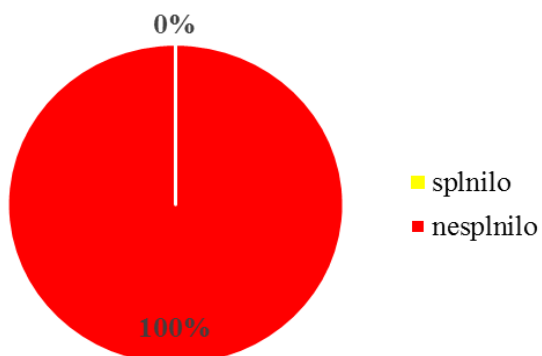
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**4B – G1 so suplementáciou**



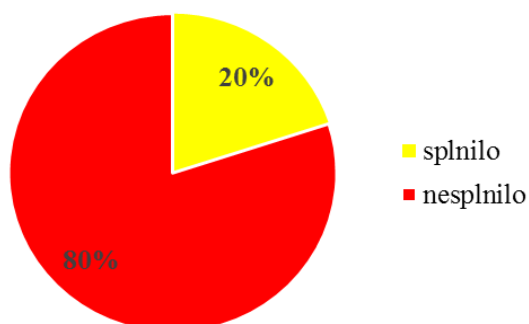
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**4C – G2 bez suplementácie**



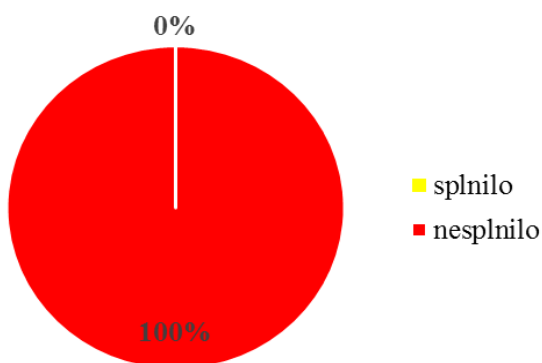
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**4D – G2 so suplementáciou**



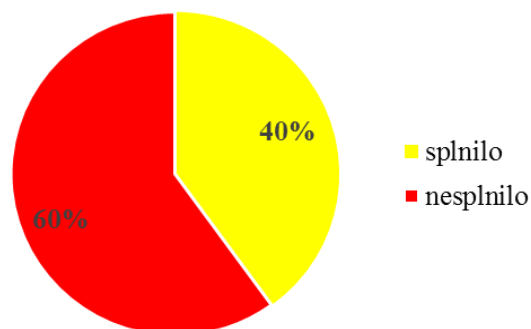
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

4E - G3 bez suplementácie



G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

4F - G3 so suplementáciou



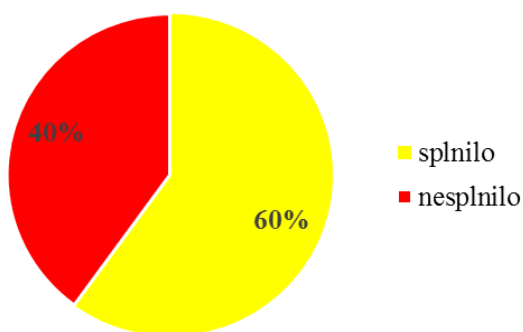
G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

## 7.7 Vitamín B<sub>12</sub>

V prípade vitamínu B<sub>12</sub> v obdobiach bez suplementácie splnila DDD iba jedna pätina žien, výnimkou je obdobie G1, kedy splnilo DDD viac než polovica žien. Po započítaní suplementácie sa počty žien zvýšili, v období G1 nesplnili DDD iba 2 ženy. Najviac sa zvýšil počet žien v období G3 a to o takmer tri pätiny žien (viď nasledujúce grafy č. 5A – 5F).

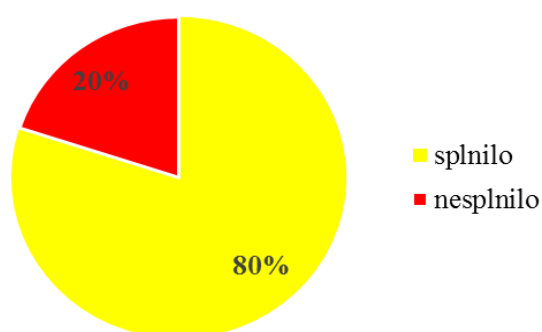
Graf 5: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B<sub>12</sub>

5A - G1 bez suplementácie



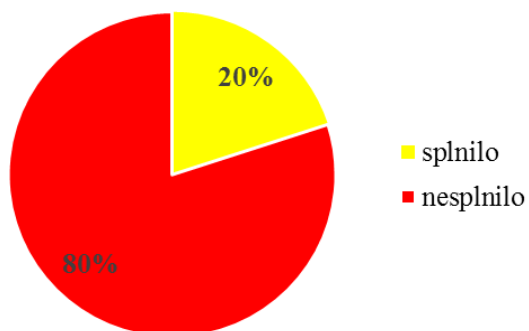
G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva

5B - G1 so suplementáciou



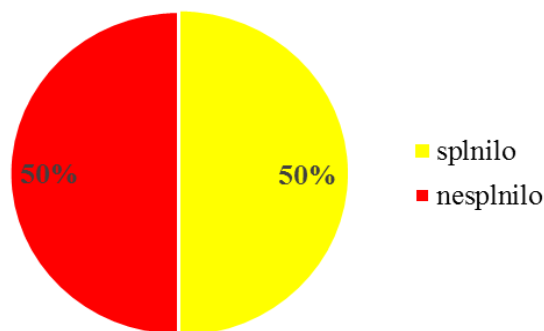
G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva

5C - G2 bez suplementácie



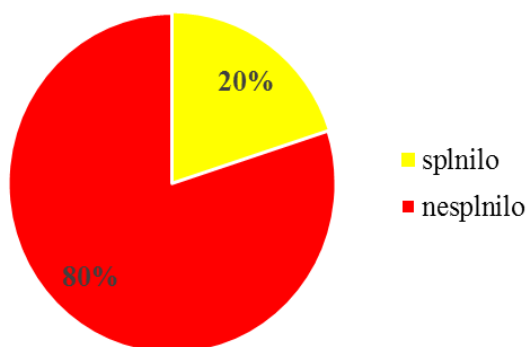
G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva

5D - G2 so suplementáciou



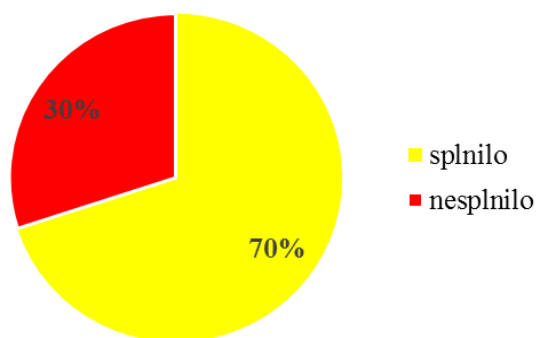
G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva

5E - G3 bez suplementácie



G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

5F - G3 so suplementáciou



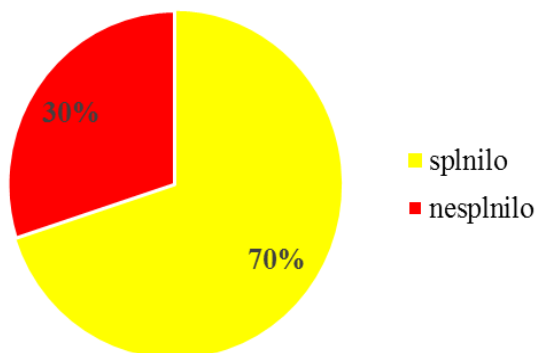
G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva

## 7.8 Vitamín C

Nasledujúce grafy prezentujú počty žien, ktorých príjem splňal doporučenú dennú dávku a koľko percent doporučenú dennú dávku nespĺnilo. V prípade tohto vitamínu splnila DDD väčšina žien, či už po započítaní suplementácie alebo bez nej. Najmenej žien splnilo DDD v období G2 bez suplementácie, a to niečo menej než dve tretiny, a oproti tomu po započítaní suplementácie v období G3 splnili DDD všetky ženy.

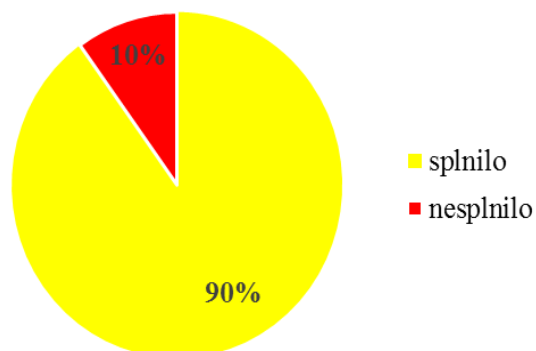
**Graf 6: Počty tehotných žien v % splňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu C**

**6A - G1 bez suplementácie**



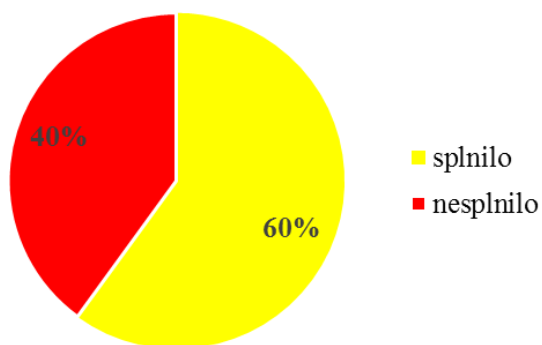
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**6B - G1 so suplementáciou**



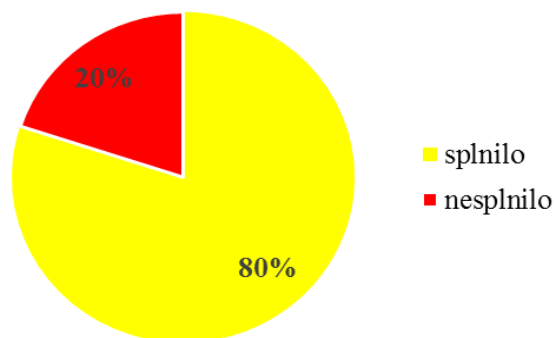
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**6C - G2 bez suplementácie**



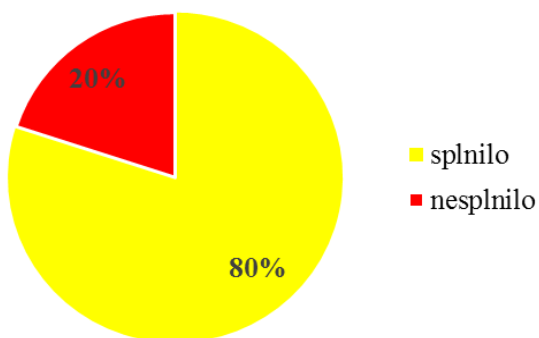
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**6D - G2 so suplementáciou**



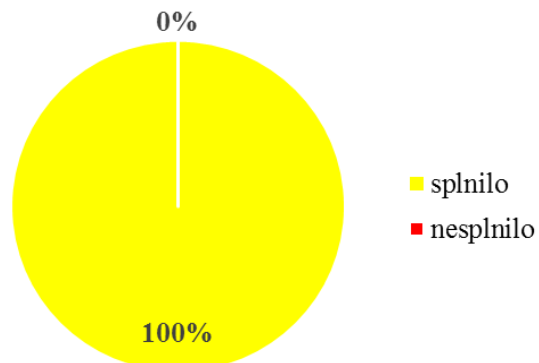
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**6E - G3 bez suplementácie**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

**6F - G3 so suplementáciou**



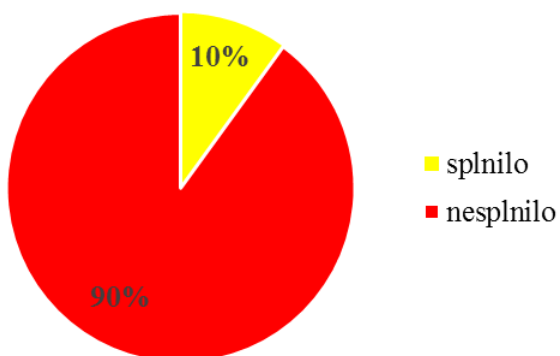
*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

## 7.9 Vitamín D

Doporučený príjem vitamínu D bez započítania suplementácie splnil iba malý počet žien, v období G2 dokonca žiadna. Po započítaní suplementácie splnila DDD v období G2 iba pätina žien, zatiaľ čo v období G3 už viac než dve tretiny žien (viď graf 7A – 7F).

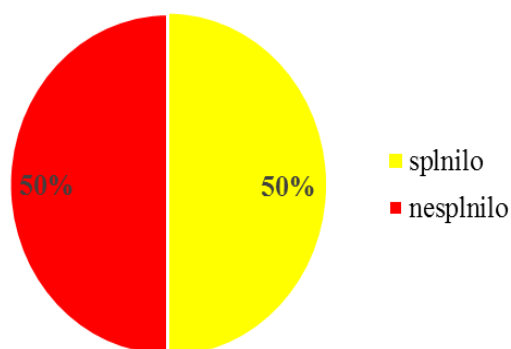
**Graf 7: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu D**

**7A - G1 bez suplementácie**



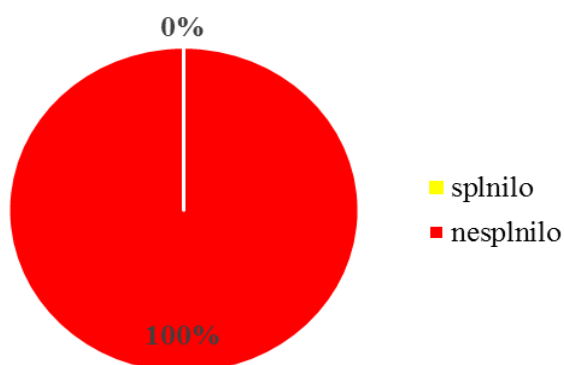
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**7B - G1 so suplementáciou**



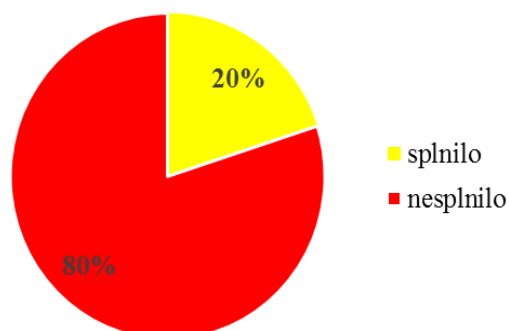
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**7C - G2 bez suplementácie**



*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

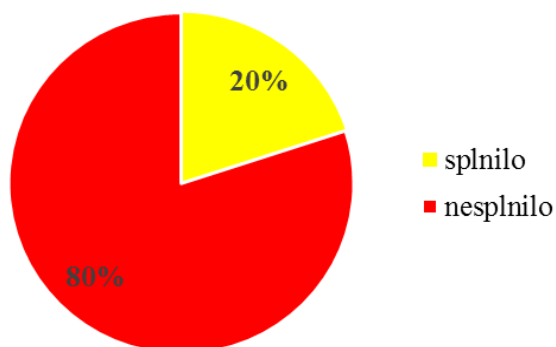
**7D - G2 so suplementáciou**



*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

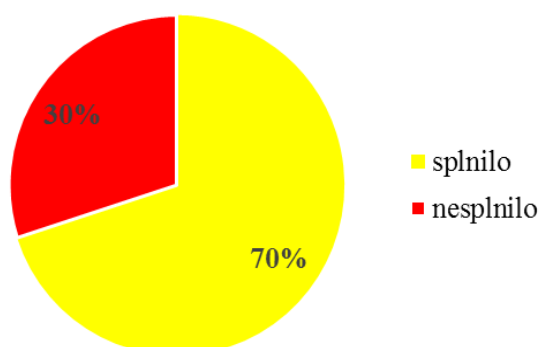


**7E - G3 bez suplementácie**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

**7F - G3 so suplementáciou**



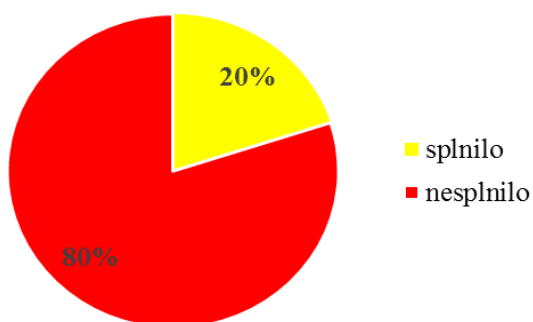
*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

## 7.10 Vitamín E

Doporučený denný príjem splnilo bez započítania suplementácie iba malé percento žien. Po započítaní suplementácie sa zvýšil podiel žien, ktoré dosiahli DDD asi na polovicu, výnimkou bolo obdobie G3, kedy nedosiahlo hodnoty DDD iba 20% žien. Tieto výsledky nám zobrazujú nasledujúce graf č. 8A – 8F).

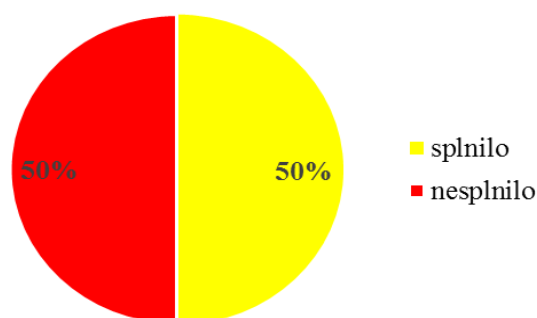
**Graf 8: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu E**

**8A - G1 bez suplementácie**



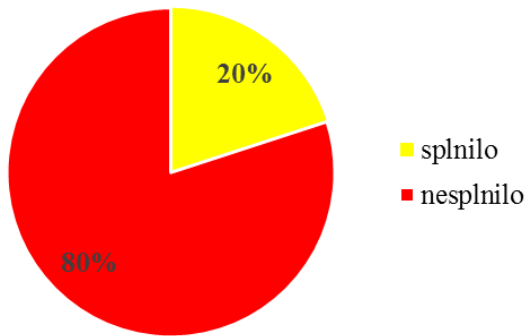
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**8B - G1 so suplementáciou**



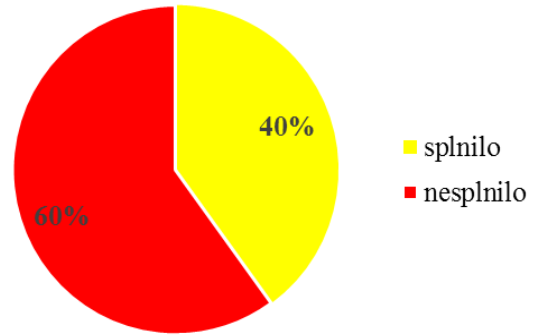
*G1 – 17. – 27. týždeň tehotenstva*

**8C - G2 bez suplementácie**



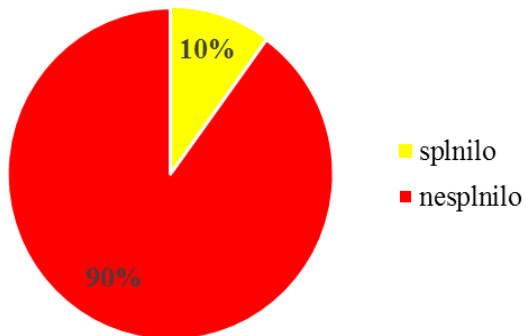
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**8D - G2 so suplementáciou**



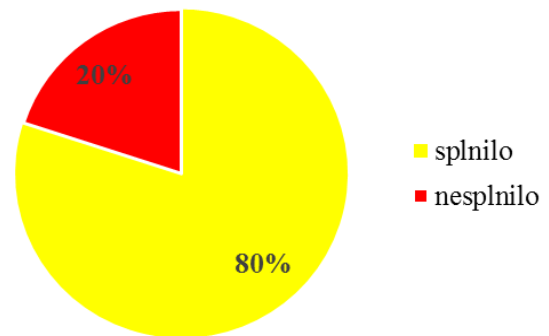
*G2 – 28. – 35. týždeň tehotenstva*

**8E - G3 bez suplementácie**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

**8F - G3 so suplementáciou**



*G3 – 36. – 38. týždeň tehotenstva*

## 8. DISKUSIA

V prvom rade je potrebné konštatovať, že získané údaje môžu byť zaťažené subjektívnou chybou. Vzniká hlavne v dôsledku zle, či neúplne vyplnených dotazníkov, či zlým odhadom dávok jednotlivých potravín. K nie úplne správnym údajom môže viesť aj vyplňanie dotazníkov ženami na konci testovaného obdobia. Chyba taktiež môže byť spôsobená neaktualizovaným počítačovým programom NutriDan. V tomto programe chýbali niektoré druhy potravín a pokrmov. A teda bolo nutné tieto pokrmy, či potraviny nahrádzať podobnými, ktoré program obsahuje.

Vzhľadom na to, že štúdie sa zúčastnilo malé množstvo žien, nie je možné získané údaje urobiť všeobecné platné pre celú populáciu. Avšak môžu nám vytvoriť obraz na problematiku týkajúcu sa príjmu potravín u tehotných žien a porovnanie s ďalšími štúdiami.

Výsledky, ktoré môžeme vidieť graficky zobrazené na predchádzajúcich grafoch nám ukazujú, že väčšina sledovaných žien by nespĺňala DDD u väčšej časti vitamínov, ak by ich prijímali iba zo stravy. V tomto ohľade môžeme vidieť podobné výsledky v poľskej štúdii 2007 - 2011 (Jankowska et al., 2021) a americkej štúdii 2001 - 2014 (Regan et al., 2019). Tieto výsledky nám potvrdzuje aj ďalšia štúdia z Anglicka (z juhovýchodnej časti krajiny) 1991 - 1992 (Rogers et al., 1998). Žiadna z pozorovaných žien vo všetkých sledovaných obdobiach nedokázala iba pomocou stravy dosiahnuť DDD u vitamínu B<sub>9</sub>. Nedostatočný príjem tohto vitamínu bol taktiež pozorovaný v Nórskej štúdii 2014 - 2016 (Saunders et al., 2019).

Po započítaní suplementácie bol priemerný príjem väčšiny vitamínov u sledovaných žien v našej štúdii dostatočný v porovnaní s DDD v pozorovaných obdobiach. Tieto výsledky sledujeme aj v už vyššie spomínanej poľskej štúdii (Jankowska et al., 2021). Taktiež počty žien, ktoré suplementáciu prijímali sú v rozmedzí 60 – 80 %, čo zodpovedá rozmedziu zistenému v poľskej štúdii (Jankowska et al., 2021) pre európsku populáciu. Aj v anglickej štúdii (Rogers et al., 1998) môžeme nájsť podobné percentá žien užívajúcich suplementáciu a to 69,8 %. Podobné výsledky môžeme sledovať aj v ďalšej poľskej štúdii 2016 - 2017 (Knapik et al., 2018). Najviac sledovaných žien našou štúdiou prijímalo suplementáciu v období G3 a to 80 %.

Vitamín, ktorý prijímali prostredníctvom suplementácie, či už v samostatnej forme alebo ako súčasť multivitamínových prípravkov bol najčastejšie vitamín B<sub>9</sub>

(kyselina listová). Tieto výsledky sa zhodujú s poľskou štúdiou (Jankowska et al., 2021) a americkou štúdiou (Regan et al., 2019). Kyselina listová má svoj význam hlavne pre svoje preventívne vlastnosti proti defektom neurálnej trubice (Procter, Campbell, 2014).

Podľa Portugalskej štúdie 2005 - 2006 (Pinto et al., 2008) je tehotenstvo sprevádzané zvyšovaním nedostatočného príjmu vitamínov A, E a B<sub>9</sub>. Tieto výsledky môžeme vidieť aj v našej štúdii. Viac percent žien v našej štúdii užívalo suplementáciu v podobe multivitaminových prípravkov. Avšak tieto prípravky vo väčšine prípadov neobsahovali vitamín A. A tento vitamín žiadna z pozorovaných žien neužívala v samostatnej forme. Doplňenie príjmu tohto vitamínu je ale doporučené hlavne pre tehotné ženy, ktoré žijú v oblastiach s častým výskytom jeho nedostatku, ktorý môže viesť k šero slepote. Je však potrebné v prvých 60 dňoch tehotenstva dať pozor na dávky, pretože tento vitamín môže byť teratogénny. Príjem Vitamínu E pomocou suplementácie nie je doporučovaný, avšak jeho doplnky kombinované s vitamínom C sú spojované hlavne v kontexte prevencie preeklampsie (WHO team, 2016).

Vitamín C bol u väčšiny žien v pozorovaných obdobiach prijímaný v dostatočných množstvách zodpovedajúcim DDD. Doplňenie suplementácie toto množstvo sledovaných žien, ktoré splnili DDD ešte zvýšil. Bol prijímaný hlavne v multivitaminových suplementáciách. Jeho suplementácia nie je doporučená, hlavne z dôvodu, že ho ženy vedľa v dostatočnej miere dostať do tela len stravou (WHO team, 2016).

Príjem vitamínu D pomocou stravy len u veľmi malého percenta sledovaných žien dosiahol DDD. Takýto výsledok môžeme pozorovať aj vo Švédskej štúdii 2015 - 2018 (Stravik et al., 2019). Suplementáciu samostatného vitamínu D v našej štúdii prijímalo 10 % žien, čo taktiež zodpovedá výsledkom spomínanej švédskej štúdie (Jonsson et al., 2019). Avšak väčšie percento žien ho získavalo vo forme multivitaminových prípravkov. Tu je potrebné brať do úvahy hlavný príjem vitamínu D pomocou slnečného žiarenia, ktorý ani v našej a taktiež švédskej štúdii nie je zahrnutý (Jonsson et al., 2019). Jeho nedostatočné množstvo môže spôsobiť niekoľko porúch metabolizmu vápnika ako u matky tak aj dieťaťa napr. novorodenecká hypokalcémia, či tetánia, ale tiež osteomaláciu u matky (Picciano, 2003).

V porovnaní pri hodnotení priemerného príjmu vitamínov vo všetkých sledovaných obdobiach (so započítanou suplementáciou) nám vyšiel vyšší príjem než DDD u vitamínov D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> a C. Ak sa však na tieto vitamíny pozrieme z pohľadu individuálneho hodnotenia, DDD splnilo v závislosti na období u vitamínu D

20 % - 70 % žien, u vitamínu E 40 % - 80 % žien, u vitamínu B<sub>1</sub> 90 % - 100 % žien, u vitamínu B<sub>2</sub> 70 % - 90 % žien, u vitamínu B<sub>3</sub> 100 % žien, u vitamínu B<sub>6</sub> 60 % - 100 % žien, u vitamínu B<sub>12</sub> 50 % - 80 % žien a u vitamínu C 10 % - 100 % žien. U vitamínov A (okrem G1) a B<sub>9</sub> bol priemerný príjem nižší ako DDD, avšak v individuálnom hodnotení dosiahlo DDD u vitamínu A 40 % žien a u B<sub>9</sub> 20 % - 40 % žien. Takéto individuálne hodnotenie príjmu vitamínov, môže mať v praxi veľký význam ako prevencia možných komplikácií.

Príjem kvalitnej stravy v správnom množstve a s obsahom nutrientov vo vhodnom pomere je dôležité, či už v období tehotenstva alebo aj mimo neho. V období tehotenstva sa požiadavky na správne vyváženú stravu ešte zvyšujú hlavne z hľadiska potrieb živín pre vývoj plodu. Je preto potrebné zvyšovať množstvo relevantných informácií v oblasti príjmu makronutrientov, ale taktiež aj mikronutrientov, či v období tehotenstva, ale taktiež aj všeobecne. V tehotenstve ako aj v prekoncepčnom období majú prioritnú úlohu matky, ktoré by mali poznať obsah živín v prijímanej strave. Výživa so správnym pomerom nutrientov nie je pre matky zárukou tehotenstva bez komplikácií a tiež im nezaručí dobrý zdravotný stav dieťaťa. Avšak aspoň v určitej miere môže znamenať zníženie rizík vyplývajúcich z nedostatočne vybalansovanej stravy.

## 9. ZÁVER

Cieľom našej štúdie bolo vyhodnotenie príjmu vitamínov u skupiny tehotných žien v troch sledovaných obdobiach počas gravidity. Dáta, ktoré sme získali sme následne porovnávali s ďalšími podobnými štúdiami z predchádzajúcich období. V nasledujúcich odstavcoch zhrubujeme výsledné hodnoty z našej štúdie.

Priemerný príjem u žien bez započítania suplementácie bol najnižší u vitamínu B<sub>9</sub>, kedy nedokázalo DDD splniť žiadne percento žien. U vitamínov D a E dokázalo splniť v obdobiach bez suplementácie DDD maximálne 20 % žien. DDD vitamínu A splnilo 40 % žien bez započítania suplementácie k ich strave.

U väčšiny vitamínov bol priemerný príjem nižší než DDD, avšak po započítaní suplementácie bol vyšší než DDD okrem vitamínov A a B<sub>9</sub>. Počty žien, ktoré počas gravidity prijímali suplementáciu boli v rozmedzí 60 % - 80 %. Najviac percent žien (80 %) prijímalo suplementáciu v období G3.

Najviac žien spĺňajúcich DDD bez započítania suplementácie bolo u vitamínu B<sub>3</sub> a teda aj po započítaní suplementácie splnili DDD všetky sledované ženy.

Najväčší nárast počtu žien, ktoré splnili DDD po započítaní suplementácie bolo u vitamínu E a to v období G3. A najmenej ovplyvnila suplementácia počty žien spĺňajúcich DDD u vitamínu A, kedy vo všetkých sledovaných obdobiach splnilo DDD len 40 % žien.

Výsledky tejto štúdie nám teda ukázali, že väčšinu vitamínov tehotné ženy nevedia prijať v dostatočnom množstve iba pomocou stravy. Preto je potrebné prijímať tieto vitamíny aj pomocou suplementácie, či už vo forme multivitamínov alebo jednokomponentne.

## 10. POUŽITÉ SKRATKY

skratka	anglická verzia	slovenský význam
<b>IF</b>	intrinsic factor	vnútorný faktor
<b>VLDL</b>	very low-density lipoprotein	veľmi nízkodenzitný lipoproteín
<b>FMN</b>	Flavin mononukleotide	flavínmononukleotid
<b>FAD</b>	Flavin adenine dinukleotide	flavínadenín dinukleotid
<b>NADPH</b>	Nikotinamide adenine dinukleotide phosphat	nikotínamidadenin dinukleotidfosfát
<b>NADH</b>	Nikotinamideadeninedinukleotid	nikotínamidadenindinukleotid
<b>DNA</b>	deoxyribonucleic acid	deoxyribonukleová kyselina
<b>RNA</b>	ribonucleic acid	ribonoukleová kyselina
<b>GABA</b>	gamma-aminobutyric acid	gama-aminomaslová kyselina
<b>BMI</b>	body mass index	index telesnej hmotnosti
<b>RDA/DDD</b>	recommended daily allowances	doporučená denná dávka

## 11. ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Prehľad vitamínov rozpustných vo vode .....	16
Tabuľka 2: Prehľad vitamínov rozpustných v tukoch .....	17
Tabuľka 3: Priemerné hodnoty vyšetovaných parametrov u gravidných žien .....	35
Tabuľka 4: Priemerné hodnoty príjmu vitamínov u gravidných žien .....	37
Tabuľka 5: Priemerné hodnoty príjmu vitamínov u gravidných žien v percentách DDD .....	38



## 12. ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Schéma akrozómovej reakcie a začiatok oplodnenia.....	12
Obrázok 2: Prehľad kritického obdobia vývoja v jednotlivých týždňoch .....	13

### 13. ZOZNAM GRAFOV

Graf 1: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B <sub>1</sub> .....	40
Graf 2: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B <sub>2</sub> .....	41
Graf 3: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B <sub>6</sub> .....	43
Graf 4: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B <sub>9</sub> .....	44
Graf 5: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu B <sub>12</sub> .....	45
Graf 6: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu C .....	47
Graf 7: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu D .....	48
Graf 8: Počty tehotných žien v % spĺňajúcich a nespĺňajúcich DDD vitamínu E .....	49

## 14. POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Abosamak N, Gupta V. Vitamin B6 (Pyridoxine). *StatPearls* [online]. 2021, Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557436/>
2. Agarwal S, Kovilam O, Agrawal D. Vitamin D and its impact on maternal-fetal outcomes in pregnancy: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018, 58(5), 755-769. Dostupné z: doi: 10.1080/10408398.2016.1220915
3. Allen L. B Vitamins in Breast Milk: Relative Importance of Maternal Status and Intake, and Effects on Infant Status and function. *Advances in Nutrition*. 2012, 3(3), 362–369. Dostupné z: <https://doi.org/10.3945/an.111.001172>
4. Anonymous, WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience. [cit. 3. 1. 2022] Dostupné z: <https://apps.who.int/handle/9789241549912-eng>
5. Ates S, Sevket O, Ozcan P, Ozkal F, Kaya M, Dane B. Vitamin D status in the first-trimester: effects of Vitamin D deficiency on pregnancy outcomes. *African Health Science* . 2016, 16(1), 36-43. Dostupné z: doi: 10.4314/ahs.v16i1.5
6. Azaïs- Braesco V, Pascal Gérard. Vitamin A in pregnancy: requirements and safety limits. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000, 1325-1333. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.5.1325s>
7. Bahar Gur E, Serkan Gur M, Ince O, Kasap E, Genc M, Tatar S, Bugday S, Turan Arzu G, Guclu S. Vitamin D deficiency in pregnancy may affect fetal thymus development. *Ginekologia Polska*. 2016, 87(5), 378-383. Dostupné z: doi: 10.5603/GP.2016.0008
8. Bailey R, Pac G. S, Fulgoni V, Reidy K, Catalano P. Estimation of Total Usual Dietary Intakes of Pregnant Women in the United States. *JAMA Network Open*. 2019, 2(6), e195967. Dostupné z: doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.5967

9. Bastos Maia S, Souza A, Caminha M, da Silva S, Cruz R, dos Santos C, Filho M. Vitamin A and Pregnancy: A Narrative Review. *Nutrients*. 2019, 11(3), 681. Dostupné z: doi: 10.3390/nu11030681
10. Bastos Maia S, Souza A, Caminha M, da Silva S, Cruz R, dos Santos C, Filho M. The Prevalence of Vitamin A Deficiency and Associated Factors in Pregnant Women Receiving Prenatal Care at a Reference Maternity Hospital in Northeastern Brazil. *Nutrients*. 2018, 10(9), 1271. Dostupné z: doi: 10.3390/nu10091271
11. Benoist B, Conclusions of a WHO technical consultation on folate and vitamin B<sub>12</sub> deficiencies. *Food and Nutrition Bulletin*. 2008, 29(2), 238-244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/15648265080292S129>
12. Black M. Effects of vitamin B<sub>12</sub> and folate deficiency on brain development in children. *Food Nutrition Bulletin*. 2008, 29(2), 126-131. Dostupné z: doi: 10.1177/15648265080292S117
13. Bresson J, Turck D, Burlingame B, Dean T, Fairweather-Tait S, Heinonen M, Hirsch-Ernst K, Mangelsdorf I, McArdle H, Naska A, Nowicka G, Pentieva K, Sanz Y, Siani A, Sjödin A, Stern M, Tomé D, Van Loveren H, Vinceti M, Willatts P, Lamberg-Allardt Ch, Przyrembel H, Tetens I, Gudelj Rakic J, Ioannidou S, de Sesmaisons-Lecarré A, Forss A, Neuhäuser-Berthold M. Dietary reference values for thiamin. *EFSA Journal*. 2016, 14(12), 4653. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4653>
14. Ceratto S, Savino F. Vitamin K deficiency bleeding in an apparently healthy newborn infant: the compelling need for evidence-based recommendation. *Italian Journal of Pediatrics*. 2019, 45(1), 30. Dostupné z: doi: 10.1186/s13052-019-0625-y
15. Cikot R, Theunissen R, Thomas Ch, de Boo T, Merkus H, Steegers E. Longitudinal vitamin and homocysteine levels in normal pregnancy. *British Journal of Nutrition*. 2001. 85(1), 49-58. Dostupné z: doi:10.1079/BJN2000209

16. Dror D, Allen L. Interventions with vitamins B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> and C in pregnancy. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. 2012, 26(1), 55-74. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3016.2012.01277.x>
17. Ferreira – Viera T, Marra de Freitas – Silva D, Frozino Ribeiro A, Pereira S, Ribeiro A. Perinatal thiamine restriction affects central GABA and glutamate concentrations and motor behavior of adult rat offspring. *Elsevier, Neuroscience letters*. 2016, 617, 182-187. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.01.060>
18. Fusaro M, Gallieni M, Rizzo M, Stucchi A, Delanaye P, Cavalier E, Moyses R, Jorgetti V, Iervasi G, Giannini S, Fabris F, Aghi A, Sella S, Galli F, Viola V, Plebani M. Vitamin K plasma levels determination in human health. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2017, 55(6), 789-799. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/cclm-2016-0783>
19. Gernand A, Schulze K, Stewart Ch, West K, Parul Ch. Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: health effects and prevention. *National Review Endocrinologic*, 2016, 12(5), 274-289. Dostupné z: doi: 10.1038/nrendo.2016.37
20. Chang S. Adequacy of maternal pyridoxine supplementation during pregnancy in relation to the vitamin B6 status and growth of neonates at birth. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 1999, 45(4), 449-458. Dostupné z: <https://doi.org/10.3177/jnsv.45.449>
21. Chen H, Qian N, Yan L, Hongqing J. Role of serum vitamin A and E in pregnancy. *Experimental and therapeutic medicine*. 2018, 16(6), 5185-5189. Dostupné z: <https://doi.org/10.3892/etm.2018.6830>
22. Jankowska A., Grzesiak M, Krekora M, Dominowska J, Jerzynska J, Kaluzny P, Wesolowska E, Szadkowska-Stanczyk I, Trafalska E, Kaleta D, Kowalska M, Jablonska E, Janasik B, Gromadzinska J, Hanke W, Wasosicz W, Calamandrei G, Polanska K. Determinants of the Essential Elements and Vitamins Intake and Status during Pregnancy. A Descriptive Study in Polish Mother and Child Cohort. *Nutrients*. 2021, 13(3), 949. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13030949>

23. Javorka K, et al. *Lekárska fyziológia*. 4th ed. Martin:Osveta, 2014:770
24. Kapeller K, Pospíšilová V. *Embryológia človeka*. 1th ed. Martin:Osveta, 2001:370
25. Kloss O, Eskin M, Suh M. Thiamin deficiency on fetal brain development with and without prenatal alcohol exposure. *Biochemistry and Cell Biology*. 2017, 96(2), Dostupné z: <https://doi.org/10.1139/bcb-2017-0082>
26. Knapik A, Kocot K, Witek A, Jankowski M, Wroblewska-Czech A, Kowalska M, Zejda J, Brozek G. Dietary supplementation usage by pregnant women in Silesia — population based study. *Via Medica*. 2018, 89(9), 506–512. Dostupné z: doi: 10.5603/GP.a2018.0086
27. Lowensohn R, Stadler D, Naze Ch. Current Concepts of Maternal Nutrition. *Obstetrical & Gynecological Survey*. 2016. 71(7), 413–426. Dostupné z: doi: 10.1097/OGX.0000000000000329
28. Lykkesfeldt J, Tveden-Nyborg P. The Pharmacokinetics of Vitamin C. *Nutrients*. 2019, 11(10), 2412. Dostupné z: doi: 10.3390/nu11102412
29. Maldonado M, Alhousseini A, Awadalla M, Idler J, Welch R, Puder K, Patwardhan M, Gonik B. Intrahepatic cholestasis of pregnancy leading to severe vitamin K deficiency and coagulopathy. *Case Rep Obstet Gynecol*. 2017, 2017:5646247. Dostupné z: doi: 10.1155/2017/5646247
30. Mayo clinic staff. Symptoms of pregnancy. *Healthy Lifestyle* [online]. 2021, dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/getting-pregnant/in-depth/symptoms-of-pregnancy/art-20043853>
31. Mosegaard S, Dipace G, Bross P, Carlsen J, Gregersen N, Olsen Jentoft R. Riboflavin deficiency - Implications for general human health and inborn errors of metabolism. *International journal of Molecular Sciences*. 2020, 21(11), 3847. Dostupné z: doi: 10.3390/ijms21113847

32. Mousa A, Naqash A, Lim S, Macronutrient and micronutrient intake during pregnancy: an overview of recent evidence. *Nutrients*. 2019, 11(2), 443. Dostupné z: doi: 10.3390/nu11020443
33. Mousa T, Mousa O, Nicotinic acid deficiency. *StatPearls* [online]. 2021. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557749/>
34. Naninck E, Stijger P, Brouwer-Brolsma E. The importance of maternal folate status for brain development and function of offspring. *Advances in Nutrition*, 2019. 10(3), 502-519. Dostupné z: doi: 10.1093/advances/nmy120
35. Okada Y, Hanada M, Sugiura Y. Folate - acid Balance. *British Medical Journal*. 1964, 14:1, 5384. Dostupné z: doi: 10.1016/j.talanta.2012.09.012
36. O'Leary F, Samman S. Vitamin B<sub>12</sub> in health and disease. *Nutrients*. 2010, 2(3), 299-316. Dostupné z: doi: 10.3390/nu2030299
37. Obeid R, Heil S, Verhoeven M, van den Heuvel E, de Groot L, Eussen S. Vitamin B<sub>12</sub> intake from animal foods, biomarkers, and health aspects. *Frontiers in Nutrition*. 2019, 6, 93. Dostupné z: doi: 10.3389/fnut.2019.00093
38. Peterson Ch, Rodionov D, Osterman A, Peterson S. B vitamins and their role in immune regulation and cancer. *Nutrients*. 2020. 12(11), 3380. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12113380>
39. Picciano M. Pregnancy and Lactation: Physiological Adjustments, Nutritional Requirements and the Role of Dietary Supplements. Office of Dietary Supplements. National Institutes of Health, *Bethesda*. [online] Dostupné z: <https://academic.oup.com/jn/article/133/6/1997S/4688112>
40. Pilz S, Zittermann A, Obeid R, Hahn A, Pludowski P, Trummer Ch, Lerchbaum E, Perez-Lopez F, Karras S, März W. The role of Vitamin D in fertility and during pregnancy and lactation: A review of clinical data. *International Journal of*

*Environmental Research and Public Health*. 2018, 15(10), 2241. Dostupné z: doi: 10.3390/ijerph15102241

41. Pinto E, Barros H, Dos Santos I. Dietary intake and nutritional adequacy prior to conception and during pregnancy: a follow-up study in the north of Portugal. *Public Health Nutrition*. 2008, 12(7), 922–931. Dostupné z: doi:10.1017/S1368980008003595

42. Procter S, Campbel Ch. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Nutrition and Lifestyle for a Healthy Pregnancy Outcome. *From the Academy Position Paper*. 2014, 114(7), 1099-1103. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.05.005>

43. Rogers I, Emmett P and the ALSPAC study Team. Diet during pregnancy in a population of pregnant women in South West England. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1998, 52, 246–250. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600543>

44. Rowe S, Carr A, Global Vitamin C status and prevalence of deficiency: A cause for concern?. *Nutrients*. 2020, 12(7), 2008. Dostupné z: doi: 10.3390/nu12072008

45. Saunders C, Rehbinder E, Lødrup Carlsen K, Geudbrandsgard M, Carlsen K, Hausen G, Hedlin G, Jonassen Ch, Sjobor K, Landro L, Nordlund B, Rudi K, Skjerven H, Soderhäll C, Staff A, Vettukattil R, Carlsen M. Food and nutrient intake and adherence to dietary recommendations during pregnancy: a Nordic mother–child population-based cohort. *Food & nutrition research*. 63: 3676. Dostupné z: <https://doi.org/10.29219/fnr.v63.3676>

46. Shigemi D, Nakanishi K, Shibata Y, Suzuki S. A case of maternal Vitamin K deficiency associated with hyperemesis gravidarum: Its potential impact of fetal blood coagulability. *Journal of Nippon Medical School*. 2015, 82(1), 54-58. Dostupné z: <https://doi.org/10.1272/jnms.82.54>

47. Silbernagl S, Despopoulos A. Atlas Fyziologie člověka. 2th ed. Praha:Grada, 1993:368



48. Stránska K, Andelová M, Stránský M, at al. Referenční hodnoty pro příjem živin. Výživaservis s.r.o.:Praha, 2011
49. Stravik M, Johnsson K, Hartvigsson O, Sandin A, Wold A, Sandber A, Barman M. Food and Nutrient Intake during Pregnancy in Relation to Maternal Characteristics: Results from the NICE Birth Cohort in Northern Sweden. *Nutrients*. 2019, 11(7), 1680. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu11071680>
50. Turck D, Bresson J. L, Burlingame B, Dean T, Fairweather-Tait S, Heinonen M, Hirsch-Ernst K, Mangelsdorf I, McArdle H, Naska A, Nowicka G, Pantieva K, Sanz Y, Siani A, Sjodin A, Stern M, Tome D, Van Loveren H, Vinceti M, Willatts P, Lamberg-Allardt Ch, Przyrembel H, Tetens I, Dumas C, Fabiani L, Forss A, Ioannidou S, Neuhäuser-Berthold M. Dietary reference values for riboflavin. *EFSA Journal*. 2017, 15(8), 4919. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4919>
51. Venkatramanan S, Armata I, Strupp B, Finkelstein J. Vitamin B-12 and cognition in children. *Advances in Nutrition*. 2016, 7(5), 879-888. Dostupné z: doi: 10.3945/an.115.012021
52. Yang Ch, Jing W, Ge S, Sun W. Vitamin D status and vitamin D deficiency risk factors among pregnancy of Shanghai in China. *BMC Pregnancy and Childbirth* 21. 2021, 431(2021) Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03889-0>
53. Young Lee G, Nim Han S, The role of vitamin E in immunity. *Nutrients*. 2018, 10(11), 1614. Dostupné z: doi: 10.3390/nu10111614
54. Young-Nam K, Youn-Ok Ch, Folate food source, usual intake, and folate status in Korean adults. *Nutrition Research and Practice*. 2018, 12(1), 47-51. Dostupné z: doi: 10.4162/nrp.2018.12.1.47