

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



DIPLOMOVÁ PRÁCE
Příjem vybraných minerálních látek u těhotných žen

Autor: Tereza Halatová
Vedoucí diplomové práce: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.
HRADEC KRÁLOVÉ, 2024

Poděkování

Chtěla bych vyjádřit vděčnost vedoucímu své práce, PharmDr. Miroslavu Kovaříkovi, Ph.D., za možnost podílet se na této studii. Také bych mu ráda poděkovala za jeho čas, trpělivost, vstřícnost, odborné rady a cenné připomínky, které mi během zpracovávání diplomové práce poskytoval.

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“

V Hradci Králové dne 9. 7. 2024

Tereza Halatová

OBSAH

1.	ABSTRAKT	6
2.	ABSTRACT.....	7
3.	ÚVOD.....	9
4.	ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE.....	11
5.	TEORETICKÁ ČÁST	12
5.1	Těhotenství.....	12
5.1.1	Fyziologické a metabolické změny v období těhotenství.....	12
5.1.2	Význam placenty	14
5.1.3	Vývoj plodu.....	14
5.2	Výživa v období těhotenství	16
5.2.1	Významné nutrienty v prekoncepčním období a během těhotenství.....	16
5.2.2	Rizikové faktory ovlivňující těhotenství a vývoj plodu	17
5.3	Minerální látky.....	19
5.3.1	Sodík.....	19
5.3.2	Draslík	20
5.3.3	Vápník	21
5.3.4	Hořčík.....	24
5.3.5	Fosfor.....	26
5.3.6	Železo	27
5.3.7	Zinek.....	29
5.3.8	Měď	31
5.3.9	Selen	32
5.3.10	Fluorid.....	34
5.3.11	Jód.....	36

6.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	39
6.1	Metodika	39
6.1.1	Charakteristika vyšetřovaných žen	39
6.1.2	Dotazníky	40
6.1.3	NutriDan	40
6.1.4	Statistické vyhodnocení	41
6.1.5	Hodnoty DDD	41
7.	VÝSLEDKY	44
7.1	Antropometrické parametry	44
7.2	Průměrný příjem vybraných minerálních látek během těhotenství.....	44
7.3	Vliv suplementace na příjem minerálních látek v jednotlivých obdobích těhotenství	47
7.4	Porovnání průměrného příjmu minerálních látek s DDD	48
8.	DISKUSE.....	53
9.	ZÁVĚR	61
10.	POUŽITÉ ZKRATKY.....	62
11.	SEZNAM TABULEK	63
12.	SEZNAM PŘÍLOH.....	64
12.1	Příloha 1 – Nevyplněný dotazník.....	64
12.2	Příloha 2 – Vyplněný dotazník	65
12.3	Příloha 3 – Příklad hmotnostní tabulky potravin	67
13.	POUŽITÁ LITERATURA	68

1. ABSTRAKT

Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra biologických a lékařských věd

Student: Tereza Halatová

Školitel: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Název diplomové práce: Příjem vybraných minerálních látek u těhotných žen

Teoretický úvod: Diplomová práce se zabývá výživou v období těhotenství se zaměřením na příjem minerálních látek. Během období gravidity dochází v těle ženy k mnoha fyziologickým změnám. Mezi ně patří zvýšená potřeba příjmu některých nutrientů, které se podílejí na správném vývoji plodu a zdraví matky.

Cíl práce: Cílem práce bylo vyhodnotit u skupiny zdravých těhotných žen příjem vybraných minerálních látek, porovnat hodnoty s jejich doporučenou denní dávkou (DDD), určit, zda se jejich příjem v jednotlivých obdobích gravidity liší, posoudit, jak významnou roli v příjmu minerálních látek sehrává suplementace, a stanovit procentuální podíl žen, které nesplňovaly DDD.

Metody: V laboratoři klinické fyziologie na Farmaceutické fakultě Univerzity Karlovy v Hradci Králové bylo vyšetřováno 13 zdravých těhotných žen s fyziologickým průběhem těhotenství ve věku 24 až 34 let. V období gravidity se vyšetření uskutečnilo třikrát, první vyšetření (G1) proběhlo průměrně ve 24. gestačním týdnu (GT), druhé (G2) průměrně ve 30. GT a třetí (G3) průměrně ve 37. GT. V období G1 odevzdalo vyplněný dotazník 7 žen, v období G2 a G3 všech 13 žen. Studie probíhala v letech 2022 až 2023. Součástí vyšetření bylo vyhodnocení příjmu minerálních látek na základě dotazníku, kde si ženy zapisovaly svůj příjem potravin a tekutin a fyzickou aktivitu během jednoho týdne. S pomocí programu NutriDan a Microsoft Office Excel byl příjem minerálních látek vyhodnocen jak bez zahrnutí suplementů, tak i včetně suplementace, a výsledky byly statisticky zpracovány a následně porovnány s doporučenými hodnotami.

Výsledky: Mezi jednotlivými obdobími se statisticky významně nezvýšil příjem u žádné minerální látky. Ženy dosáhly DDD sodíku, draslíku, hořčíku, fosforu a mědi ve všech období gravidity i bez zahrnutí suplementace. Větší část žen dosáhla také DDD vápníku, zinku, fluoridu a jódu i bez započítání suplementů. Naopak většina žen nezvládla bez suplementace splnit DDD selenu, v případě železa se to nepodařilo dokonce ani jedné z žen.

Závěr: Z výsledků lze konstatovat, že příjem většiny minerálních látek byl u těhotných žen dostatečný i bez užívání doplňků stravy, avšak suplementace má význam zejména u železa. Doporučit lze také u selenu.

Klíčová slova: výživa; minerální látky; doporučená denní dávka; těhotenství

2. ABSTRACT

Charles University, Faculty of Pharmacy in Hradec Králové

Department of Biological and Medical Sciences

Student: Tereza Halatová

Supervisor: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Title of master thesis: Evaluation of the nutritional intake of selected minerals in pregnant women

Background: The diploma thesis deals with nutrition during pregnancy, focusing on mineral intake. During pregnancy, a woman's body goes through many physiological changes, including an increased need for certain nutrients that are essential for the proper development of the fetus and the health of the mother.

Aim of the thesis: The aim of this diploma thesis was to evaluate the intake of selected minerals in a group of healthy pregnant women, compare the values with their recommended daily allowance (RDA), determine whether their intake differs in individual periods of pregnancy, assess how important a role supplementation plays in mineral intake and determine the percentage of women who did not reach the RDA.

Methods: Thirteen healthy pregnant women with a physiological course of pregnancy, aged 24 to 34, were examined at the Laboratory of Clinical Physiology at the Faculty of Pharmacy, Charles University in Hradec Králové. During pregnancy, the examination was conducted three times: the first examination (G1) on average in the 24th gestational week (GW), the second (G2) on average in the 30th GW and the third (G3) on average in the 37th GW. In the G1 period, 7 women submitted completed questionnaires, and in the G2 and G3 periods, all 13 women participated. The study took place between 2022 and 2023. Part of the examination was an evaluation of the mineral intake based on a questionnaire in which the women recorded their food and fluid intake and physical activity over one week. Using NutriDan software and Microsoft Office Excel, mineral intake was assessed both without and with the inclusion of supplements and the results were statistically processed and compared with the recommended values.

Results: There was no statistically significant increase in the intake of any mineral between the different periods. The women reached the RDA of Sodium, Potassium, Magnesium, Phosphorus and Copper in all periods of pregnancy, even without supplementation. The majority of the women also reached the RDA of Calcium, Zinc, Fluoride and Iodine without supplements. On the contrary, most women failed the RDA of Selenium without supplementation, in the case of Iron not even one of the women succeeded.

Conclusion: From the results, it can be concluded that the intake of most minerals was sufficient even without the use of dietary supplements, but supplementation is important especially for Iron. It can also be recommended for Selenium.

Keywords: nutrition; minerals; recommended daily allowance; pregnancy

3. ÚVOD

Minerální látky sehrávají v lidském organismu řadu významných rolí. Podílejí se na stavbě těla a udržují tělesnou homeostázu, regulují fyziologické procesy, jako je např. svalová kontrakce nebo srážení krve, jsou kofaktory enzymatických reakcí, ochraňují buňky před oxidačním poškozením a ovlivňují imunitní systém.

Během těhotenství prochází tělo ženy různými fyziologickými změnami. Jednou z nich je zvýšená potřeba určitých živin. Je proto velmi důležité, aby výživa ženy byla v prekoncepčním období i během těhotenství bohatá, pestrá a plnohodnotná, pokrývala energetické nároky matky a plodu a bylo tím zajištěno zdraví matky i správný vývoj dítěte.

Nedostatečný příjem nutrientů je spojen s rizikem vzniku a rozvoje různých onemocnění a zdravotních komplikací, jako je např. graviditou indukovaná hypertenze a preeklampsie (PE), gestační diabetes mellitus (GDM), anémie a osteoporóza. Deficit minerálních látek neovlivňuje jen zdravotní stav matky, ale i dítěte, a to jak v období prenatálního vývoje, tak i v dětství a dospělosti. Může vést k omezení růstu plodu, vzniku vývojových vad a k různým poruchám (kardiovaskulárním onemocněním, poruchám mozku a imunitního systému, osteoporóze, poruchám růstu, problémům s funkcí štítné žlázy atd.). Navíc má příjem minerálních látek vliv i na průběh těhotenství, nízký příjem zvyšuje riziko spontánního potratu, porodních komplikací a mortality matky a plodu.

Kromě správné výživy je vhodné omezit nebo eliminovat některé vlivy, které by mohly mít negativní dopad na průběh těhotenství a zdraví matky i dítěte (např. cigarety, alkoholické nápoje, kofein, některá léčiva, omamné látky atd.).

V dnešní době je k dispozici velké množství dostupných zdrojů týkajících se této problematiky a občas se obtížně rozlišují relevantní informace od těch méně relevantních. Navíc má mnoho lidí v podvědomí zažitá fakta, která už podle aktuálních studií nejsou pravdivá.

Dalším aspektem je skutečnost, že na trhu je široký sortiment doplňků stravy a pro budoucí matky může být obtížné vyhodnotit, v jakém případě je obohatit stravu o suplementy opodstatněné a kdy je to zbytečné.

Domnívám se proto, že studie, na základě které diplomová práce vznikla, je přínosná, a doufám, že i poznatky z mé diplomové práce budou užitečné jak pro nastávající matky, tak i pro magistry v lékárně.

Teoretická část obsahuje informace získané z české i zahraniční odborné literatury. Definiuje, co je to těhotenství, popisuje fyziologické změny během této fáze života ženy, význam placenty a vývoj plodu. Zmiňuje, na jaké nutrienty je doporučeno se v období před početím a během těhotenství zaměřit a čemu se naopak vyhnout. Dále se věnuje vybraným minerálním látkám (sodík, draslík, vápník, hořčík, fosfor, železo, zinek, měď, selen, fluorid, jód), jejich funkcí, doporučeným příjmem

během těhotenství, důsledkům nedostatečného a nadbytečného příjmu a zdrojům potravin, kde se ve vyšší míře dané minerální látky nacházejí.

Po teoretickém zpracování informací následuje experimentální část diplomové práce. Jsou v ní vyhodnocené výsledky studie, které se zúčastnilo 13 zdravých žen s fyziologickým průběhem těhotenství. Ženy byly třikrát během těhotenství vyšetřeny a na každé vyšetření si s sebou přinesly vyplněný dotazník, do kterého si zaznamenávaly veškerý svůj příjem potravin a tekutin a fyzickou aktivitu během jednoho týdne. Získaná data z dotazníků byla vyhodnocena, průměrný příjem nutrientů byl porovnán s DDD (doporučenou denní dávkou), posuzovalo se, jak velkou roli v příjmu sehrála suplementace a na závěr byl zjištěn podíl žen, které nedosáhly DDD jednotlivých minerálních látek.

4. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

Cílem práce je vyhodnocení příjmu vybraných minerálních látek během těhotenství a porovnání průměrné hodnoty příjmu s DDD. Dalším cílem je sledování, zda se jejich příjem v jednotlivých obdobích gravidity liší, posouzení, jak vysokou roli v příjmu minerálních látek sehrává suplementace, a stanovení procentuálního podílu žen, které nesplňovaly DDD.

Sběr dat proběhl pomocí dotazníku na příjem potravy, vyhodnocení pomocí nutričního softwaru NutriDan.

5. TEORETICKÁ ČÁST

5.1 Těhotenství

Těhotenství je zásadním obdobím v životě ženy, jehož významem je přivést na svět potomka. Obvykle trvá 40 týdnů a je rozděleno do tří trimestrů.

Aby plod mohl růst a vyvíjet se, prochází ženské tělo velkým množstvím fyziologických a metabolických změn.

5.1.1 Fyziologické a metabolické změny v období těhotenství

Jednou z významných změn je nárůst tělesné hmotnosti. Důvodem je růst a vývoj plodu, zvětšování dělohy, přítomnost placenty, zvětšení prsou a objemu krve, retence tekutin a nárůst množství tuku (Hronek a Barešová, 2012, s. 23).

Řada změn v organismu těhotné ženy je vyvolaných aktivitou hormonů estrogenu a progesteronu. Vysoké hladiny obou hormonů připravují mléčnou žlázu ženy na kojení. Estrogen se rovněž podílí na změnách pohlavních orgánů (Leifer, 2004, s. 66).

Děložní hrdo je tmavší a mění konzistenci. Kromě zvětšení dělohy se mění i tloušťka děložní stěny, dochází ke ztenčení. Dále se snižuje pH v pochvě – tím, že je prostředí kyselější, jsou pochva i děloha chráněny před patogeny (Wilhelmová a kol., 2021, s. 86; Leifer, 2004, s. 65).

Vyšší hladina estrogenů může způsobovat otok nosní, hltanové, ústní a tracheální sliznice, v důsledku čehož může nastat pocit ucpaného nosu, krvácení nebo změna hlasu. Podobně působí i na uši, budoucí matky mohou pociťovat ucpaní uší nebo bolest (Leifer, 2004, s. 66). Estrogen navíc snižuje sekreci žaludku, má vliv na zvýšenou pigmentaci kůže, resorpci vody a sodíku a podílí se rovněž na zvýšené srážlivosti krve (Wilhelmová a kol., 2021, s. 86).

Tlak dělohy na venózní systém odvádějící krev z dolní poloviny těla má vliv na tvorbu otoků (Slezáková a kol., 2017, s. 140).

S nárůstem objemu dělohy se srdce posouvá výše a doleva, také se mírně otáčí kolem své osy. Tyto změny mohou vyvolat nepatrné zvětšení srdce a vznik systolického šelestu (Roztočil a kol., 2017, s. 110).

Dochází ke změnám krevního tlaku. V první polovině těhotenství může vlivem vasodilatačního účinku progesteronu docházet k hypotenzi. S přibližujícím se termínem porodu se krevní tlak normalizuje. Napětí či úzkost ženy může naopak vyvolat zvýšení krevního tlaku z důvodu uvolnění katecholaminů, které působí vasokonstrikčně. Zvýšení systolického tlaku o 30 milimetrů rtuťového sloupce a diastolického o 15 může manifestovat vznik hypertenze, která je jedním z tří příznaků PE (dalšími příznaky jsou edémy a proteinurie) (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87; Roztočil a kol., 2017, s. 110).

PE patří mezi závažné zdravotní komplikace a je charakterizovaná zvýšením krevního tlaku a proteinurií po 20. týdnu těhotenství. Patří mezi hlavní příčiny fetální a mateřské morbidity a mortality. Rizikovými faktory pro rozvoj PE jsou např. diabetes mellitus (DM), metabolický syndrom, hyperkoagulační stavy a onemocnění ledvin (Xu et al., 2016).

V kardiovaskulárním systému mohou být zaznamenány i další změny. Zvyšuje se objem krve (podle Wilhelmové a kol. (2021) o 20 %, Roztočil a kol. (2017, s. 110) uvádí rozmezí 40–50 %), dochází k tzv. hypervolemii. Důvodem této fyziologické změny je výměna živin, kyslíku a škodlivin v placentě a zvýšené nároky zvětšené mateřské tkáně. Množství plazmy a červených krvinek se zvětšuje nerovnoměrně, přírůstek plazmy je větší než přírůstek červených krvinek. Vzniká tím tzv. hemodiluční anémie, která organismus připravuje na ztrátu krve během porodu. Je třeba ji však rozlišit od pravé anémie, která se projevuje např. zvýšenou únavou a bledostí kůže (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87; Leifer, 2004, s. 66; Slezáková a kol., 2017, s. 140).

Zvýšený objem krve vede k tachykardii, zvyšuje se také srdeční výdej (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87; Slezáková a kol., 2017, s. 140; Roztočil a kol., 2017, s. 110).

Rostoucí děloha tlačí během těhotenství (zejména v období před porodem) na bránici, v důsledku čehož je bránice položena výše. Změna polohy je kompenzována rozšířením hrudního koše. Zvětší se tak obvod hrudníku a dochází ke zvýšené výměně kyslíku a oxidu uhličitého. Žena vdechuje i vydechuje více vzduchu, dechová frekvence se obvykle nemění (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87; Leifer, 2004, s. 66).

S těhotenstvím je spojena změna čichu a chuti. Snižuje se vnímání slanosti. Citlivost a averze k některým potravinám a nápojům slouží ženě jako náповěda, co organismu chybí a čeho se vyvarovat. Především první trimestr může být doprovázen ranními nevolnostmi a zvracením (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87). Tyto potíže jsou pravděpodobně způsobeny výraznou sekrecí choriového gonadotropinu a metabolickými změnami, jako je např. dehydratace a zvýšená citlivost na určité pachy a chutě (Slezáková a kol., 2017, s. 140–141).

Estrogen je zodpovědný za zvýšené prokrvení sliznic, což může mít za důsledek krvácení z dásní. Působením progesteronu dochází k relaxaci hladké svaloviny. Uvolněný dolní jícnový svěrač u žen často způsobuje reflux kyselého obsahu žaludku, který vyústí v pyrózu („pálení žáhy“). Zpomalená peristaltika vyvolává trávicí obtíže, jako je plynatost a zácpa (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87).

Pro těhotenství je specifický i zvýšený průtok krve ledvinami a zvýšená tvorba primární i definitivní moče. Močový měchýř je utlačován dělohou, což vyvolává častější nutkání k močení (Wilhelmová a kol., 2021, s. 87).

5.1.2 Význam placenty

Placenta má zásadní vliv na průběh celého těhotenství. Její vývoj probíhá v prvním trimestru. Od 12. týdne je zcela funkční a zajišťuje veškeré potřeby vyvíjejícího se plodu (Gregora a Velemínský, 2017, s. 26). Upíná se obvykle na zadní nebo horní část děložní dutiny a má kruhovitý až oválný tvar. Průměr placenty se pohybuje v rozmezí 15–20 centimetrů, tloušťka okolo 3 centimetrů a hmotnost v rozmezí 500–700 gramů (Gregora a Velemínský, 2017, s. 26). Plodová část placenty je lesklá a šedivá, zatímco mateřská část hrubá a červená (Slezáková a kol., 2017, s. 136).

Od třetího měsíce placenta zabezpečuje těhotenství. Mezi její nejdůležitější funkce patří funkce ochranná, výživná a sekreční (Gregora a Velemínský, 2017, s. 26).

Placenta zprostředkovává kontakt mezi matkou a plodem, zajišťuje výměnu živin a plynů mezi nimi a odvádí zplodiny metabolismu plodu. Dá se považovat za ochrannou bariéru proti škodlivinám. Není sice zcela neprostupná, ale dokáže plod chránit před infekcemi a různými chemickými látkami. Produkuje steroidní hormony (estrogeny a progesteron), choriový gonadotropin a lidský placentární laktogen. Také dočasně plní funkci endokrinní žlázy (Gregora a Velemínský, 2017, s. 26; Slezáková a kol., 2017, s. 136).

5.1.3 Vývoj plodu

Vývoj plodu probíhá plynule. Během prvních 3 týdnů, v období blastogeneze, se vyvíjí oplodněné vejce (Slezáková a kol., 2017, s. 137). Druhý týden se nazývá preembryonální. Dochází k buněčné diferenciaci a tvorbě membrán. Vnitřní buněčná hmota se diferencuje na entoderm a ektoderm. Embryo je ploché a nazývá se bilaminární zárodečný terčík (Roztočil a kol., 2017, s. 91).

V 3. týdnu dochází k rychlému růstu. Embryo je tvořeno třemi vrstvami zárodečných buněk – mezi entodermem a ektodermem vzniká mezoderm. Z mezodermu později vzniká většina vnitřních orgánů (např. ledviny, srdce, varlata, vaječníky), cévy, krev a výstelky perikardiální a peritoneální dutiny. Epitel trávicího, dýchacího a vylučovacího systému je tvořen z entodermu. Z ektodermu se vyvíjí kůže a kožní deriváty (např. vlasy, nehty), epitel nosních a ústních dutin, slinné žlázy a nervový systém. V jeho střední části se vytváří neurální ploténka (Roztočil a kol., 2017, s. 91).

Přibližně šest týdnů po oplození má embryo relativně vyvinuté končetiny, nos, ústa a oční víčka. Začíná diferenciaci zevních genitálií, lze rozlišit vnitřní orgány a v kostře plodu se vytvářejí osifikační jádra (Slezáková a kol., 2017, s. 137).

Od 9. týdne začíná období fetogeneze. Z embrya se stává plod (fetus). Plod roste, zraje a jeho orgány se diferencují. Ve 12. týdnu se plod podobá lidské bytosti, má nadměrně velkou hlavu, zevní pohlavní orgány jsou diferencovány. Délka plodu je přibližně 9 cm (Slezáková a kol., 2017, s. 137).

Během 13.–16. týdne pokračuje rychlý růst plodu. Kůže je tenká a na těle, zejména na hlavě, je přítomno lanugo (fetální ochlupení). Urychluje se vývoj svalů a kostí. Pohyby plodu jsou častější,

avšak matka je obvykle nepocit'uje. Plod polyká plodovou vodu, začíná ukládání tuku (Slezáková a kol., 2017, s. 137; Roztočil a kol., 2017, s. 93).

Pohyby plodu začíná matka vnímat v období mezi 17. a 20. týdnem. Plodu začínají růst vlasy, řasy, obočí. Mazové žlázy se aktivují a plod je pokryt mazlavou vrstvou nazývanou „mázek“, která chrání plod před účinky plodové vody. Pokračuje vývoj plic, dochází k tvorbě alveolů a vytváří se plicní kapilární řečiště. Výměna plynů v plicích však ještě není možná (Slezáková a kol., 2017, s. 137; Roztočil a kol., 2017, s. 94).

Během dalších tří týdnů dochází k podstatnému nárůstu hmotnosti. Kůže červené barvy je vrásčitá z důvodu nedostatku podkožního tuku. Vlasy, řasy a obočí jsou již zřetelné, je vyvinuto oko. Délka plodu je přibližně 200–228 mm a hmotnost se pohybuje kolem 300–800 g (Slezáková a kol., 2017, s. 138; Roztočil a kol., 2017, s. 94).

Od 25. do 28. týdne nastává období, kdy podkožní tuk začíná vyplňovat některé kožní záhyby. Plod získává schopnost přežít mimo tělo matky, plíce jsou nicméně ještě nezralé. Vyvíjí se mozek a nervový systém je schopen vyvolat na krátkou dobu rytmické dýchací pohyby. Plod dokáže částečně regulovat tělesnou teplotu. Ve 28. týdnu je jeho hmotnost přibližně 1000–1200 g a tělo je dlouhé zhruba 260–300 mm (Slezáková a kol., 2017, s. 138; Roztočil a kol., 2017, s. 94).

V období dalších tří týdnů se vyvíjí tuková a svalová tkáň, kosti jsou plně vyvinuté, ale měkké a ohebné. Kůže je méně vrásčitá a plod dostává novorozenecký vzhled. Od 33. do 36. týdne začíná mizet lanugo a plod je ve většině případů schopen mimoděložního života. Ve 38. týdnu je plod zralý (Slezáková a kol., 2017, s. 138).

5.2 Výživa v období těhotenství

Kvalitní, vyvážená strava a zdravý životní styl má významný vliv na zdraví matky i plodu. Zajišťuje jeho optimální vývoj a růst a snižuje rizika zdravotních komplikací (Hronek a Barešová, 2012, s. 11).

Nutriční požadavky se během období gravidity zvyšují. Z mnoha studií vyplývá, že nevhodný příjem potravy nebo nedostatek klíčových makroživin a mikroživin může zásadně ovlivňovat zdraví potomka. Špatná výživa v těhotenství může mít dokonce dopad na zdravotní stav dítěte i během jeho dospělého věku (Swinney a Anderson, 2011, s. 15; Mousa, Naqash a Lim, 2019).

Podle výsledků studií provedených v 90. letech 20. století (Fall et al., 1995) dětem narozeným s malou porodní délkou hrozí v průběhu jejich života vyšší riziko rezistence na inzulín, zvýšené hladiny triacylglycerolů a srdečních onemocnění (Swinney a Anderson, 2011, s. 15).

Jiné studie (Godfrey et al., 1994) poukazují na to, že ženy s nižším přírůstkem váhy mezi 15. a 35. týdnem těhotenství jsou více ohroženy vyšším krevním tlakem v době, kdy je jejich dětem 10–12 let (Swinney a Anderson, 2011, s. 15).

U žen, které trpí DM, je vyšší pravděpodobnost, že se jim narodí děti s vrozenými vadami. Dětem žen s GDM hrozí zvýšené riziko obezity a oslabená tolerance na glukózu (Swinney a Anderson, 2011, s. 15).

5.2.1 Významné nutrienty v prekoncepčním období a během těhotenství

Přijímat dostatečné množství makronutrientů a vybraných mikronutrientů už v období před otěhotněním významně snižuje riziko vzniku vrozených vývojových vad, jako je např. rozštěp rtu či patra, vzniku kónického tvaru hrudníku nebo zkrácení končetin (Hronek a Barešová, 2012, s. 13).

Mezi nutrienty, které je důležité přijímat v dostatečné míře už v prekoncepčním období, patří kyselina listová, označovaná rovněž jako folát nebo vitamin B9. Slouží jako prevence defektu neurální trubice a jiných malformací u plodu, předčasného porodu, nízké porodní hmotnosti a snižuje krvácivost u porodu (Hronek a Barešová, 2012, s. 13 a 52; Fenwick, 2019, s. 11).

Příjem nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny dokosahexaenové, rovněž snižuje riziko předčasného porodu a nízké porodní hmotnosti novorozence, dále snižuje riziko vzniku a rozvoje PE a přispívá k správnému vývoji mozku (Hronek a Barešová, 2012, s. 14).

Dále je třeba zaměřit se na dostatečný příjem železa, aby se předešlo anémii, jódu k prevenci kretenismu a vápníku ke snížení rizika vzniku a rozvoje hypertenzních poruch (Hronek a Barešová, 2012, s. 14; Mousa, Naqash a Lim, 2019).

5.2.2 Rizikové faktory ovlivňující těhotenství a vývoj plodu

Existuje mnoho faktorů, které mohou zkomplikovat těhotenství nebo poškodit vývoj a zdraví plodu. Pro minimalizaci rizika vzniku potratu, vrozených vývojových vad a předčasného porodu je důležité tyto faktory eliminovat.

Negativní vliv na plod má konzumace alkoholu, kouření cigaret, užívání drog, infekční onemocnění (např. toxoplazmóza, zarděnky, cytomegalovirus) a rentgenové záření (Gregora a Velemínský, 2017, s. 24–25).

Nebezpečí pro plod však mohou představovat i některá léčiva, která mají schopnost projít přes placentární bariéru do těla vyvíjejícího se plodu. Mohou mít špatný vliv na vývoj plodu, dávají se do souvislosti s výskytem malformací a poškozují orgány. Mezi léčiva s prokázaným teratogenním účinkem patří např. antiepileptika (fenytoin, karbamazepin, valproát), lithium, isotretinoin, warfarin, cytostatika (methotrexát, fluoruracil) a thalidomid. Těhotné ženy by se měly vyvarovat i užívání léčiv prokazatelně škodlivých v období fetálního vývoje. Pokud jsou např. inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu (ramipril, perindopril) užívány ve druhém a třetím trimestru, mohou způsobit oligohydramnion, retardaci růstu plodu, hypoplazii lebečních kostí a plic, selhání ledvin nebo intrauterinní smrt plodu. Retardaci růstu mohou způsobit i betablokátory (atenolol). Možným nežádoucím účinkem nesteroidních antiflogistik (jsou-li užívány ve třetím trimestru) je předčasný uzávěr ductus arteriosus a při podávání tetracyklinů po 16. gestačním týdnu dochází k hypoplazii zubní skloviny, k jejímu hnědému zbarvení a k poruchám tvorby kostní hmoty. Léčiv nevhodných k užívání během těhotenství je celá řada a u velké skupiny léčiv nebyly provedeny klinické studie, takže není možné škodlivé účinky na plod vyloučit (Binder, 2006). Těhotné ženy by proto měly farmakoterapii konzultovat se svým lékařem.

Fytoterapie bývá širokou veřejností považována za šetrnější a bezpečnější cestu k řešení zdravotních potíží, proto je těhotnými ženami mnohdy upřednostňovaná. Je třeba však mít v povědomí, že i některé byliny mohou pro plod znamenat nebezpečí.

V období těhotenství není doporučováno užívat byliny upravující průběh menstruace (např. andělika, pelyněk, dřívěšník, srdečník, plošticník, chvojník a vratič), protože by mohly vyvolat potrat nebo předčasný porod. Je třeba vyhnout se také bylinám s obsahem alkaloidů (kromě výše zmíněného dřívěšníku se jedná např. o ocún, kávovník a vodilku). V těhotenství by neměla být užívána antrachinonová laxativa (list senny, krušina, řešetlák), protože jimi indukovaná nadměrná stimulace střev může způsobit podráždění pánve a vyvolat předčasný porod. Nebezpečný může být i jalovec a muškátový oříšek (Shinde et al., 2012).

Mezi další rostliny, které není vhodné užívat v těhotenství, patří aloe vera, arnika, lékořice, fenykl, rozmarýn, šafrán, tymián, petržel, kmín, hřebíček, majoránka, šalvěj, třezalka a ženšen (Shinde

et al., 2012; Weigert, 2006, s. 159; Ernst, 2002; Hronek a Barešová, 2012, s. 21; Tůmová a Holcová, 2014; Tůmová a Holcová, 2016).

Co se týče potravin, v období těhotenství je doporučováno omezit či zcela vyloučit z jídelníčku smažené pokrmy, potraviny s vysokým obsahem soli nebo cukru, obsahující umělá sladidla, konzervanty a ztužené tuky, dále uzeniny, syrové maso, paštiky a kořeněná jídla způsobující pyrózu (Hronek a Barešová, 2012, s. 21–22).

Překyselení organismu a s tím spojené pálení žáhy mohou zapříčinit také sycené nápoje. Jako prevenci vzniku fetálního alkoholového syndromu, potratu, předčasného porodu, nízké porodní hmotnosti a poruch chování a učení je doporučeno vynechat výše zmíněný alkohol. Těhotné ženy by se také měly vyhnout nápojům s obsahem chininu a kofeinu (Hronek a Barešová, 2012, s. 26–27). Kofein je alkaloid vyskytující se v kávě, v některých druzích čaje (černý, zelený), v energetických nápojích a v cole. Má stimulační účinky na nervovou soustavu a kardiovaskulární systém matky i plodu. Zvyšuje se činnost srdce, krevní tlak a tep, může docházet i k arytmiím (Hronek a Barešová, 2012, s. 27; Mousa, Naqash a Lim, 2019). Kofein u plodu vyvolává neklid, který se projevuje zvýšeným pohybem v děloze (Hronek a Barešová, 2012, s. 27).

5.3 Minerální látky

Minerální látky mají pro lidský organismus velký význam. Ovlivňují osmotický tlak v tělesných tekutinách, aktivují a regulují biochemické procesy, jsou důležité pro vedení nervových vzruchů, činnost srdce a umožňují tělu produkovat enzymy, hormony a látky potřebné pro růst a vývoj.

Lidské tělo si minerální látky není schopno samo vytvořit, proto jsou nezbytnou součástí výživy člověka. Jejich nedostatečný příjem může vést k řadě zdravotních komplikací (např. k poruchám metabolismu, svalového a nervového systému nebo osteoporóze). Rozdělit je můžeme podle množství potřebné pro organismus, a to konkrétně na makroprvky a stopové prvky.

Makroprvky jsou přijímány v množství do jednoho gramu denně a patří mezi ně např. sodík, draslík, vápník, hořčík a fosfor. Množství stopových prvků, které je pro tělo potřeba, je řádově nižší (pohybuje se v mikrogramovém nebo miligramovém rozmezí), ale jejich přítomnost není o nic méně významná. Mezi ně řadíme železo, zinek, měď, selen, fluorid a jód (Stránský a Stránská, 2018; National Library of Medicine, 2015; Grygárková, 2006).

5.3.1 Sodík

Sodík je nejhojněji zastoupeným kationtem v extracelulární tekutině. Jeho fyziologickým významem je regulace krevního tlaku, osmotického tlaku a pH – hraje tedy významnou roli v acidobazické rovnováze. Podílí se rovněž na udržování membránového potenciálu, přenosu nervového impulsu a svalové kontrakce a je nezbytný pro aktivní transport přes buněčné membrány (Sharma, 2018, s. 50; Mourek, 2012, s. 20).

V intracelulární tekutině se vyskytuje pouze zanedbatelná část sodíku, má zde význam pro membránový potenciál buněčných stěn a pro enzymatickou aktivitu (Stránský a Stránská, 2018). Kromě toho, že se sodík nachází v extracelulární tekutině (přibližně 50 %) a intracelulární tekutině (10 %), se vyskytuje taky v kostech (40 %).

Hladina sodíku v těle je regulovaná vylučováním, a to z naprosté většiny vylučováním ledvinami (Sharma, 2018, s. 50).

5.3.1.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Minimální denní příjem sodíku pro dospělé osobu je 550 mg (24 mmol). V průběhu těhotenství se jeho potřeba příjmu zvyšuje o 3 mmol/den (tj. přibližně na 619 mg) kvůli zvýšení mateřské extracelulární tekutiny. V Německu, Rakousku a ve Švýcarsku činí příjem kuchyňské soli u dospělých jedinců 6 g, což představuje 2,4 g sodíku/den (Stránský a Stránská, 2018).

Suplementace během období těhotenství nebývá nutná, doporučené dávky sodíku lze dosáhnout pestrou stravou.

5.3.1.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Mateřská hyponatremie (neboli snížení koncentrace sodíku v séru pod hodnotu 135 mmol/l) zvyšuje riziko spontánního potratu, nízké porodní hmotnosti a poruch růstu plodu. Stav nedostatku sodíku v období těhotenství nebývá příliš častý (Grzeszczak et al., 2023; Čertíková Chábová, 2015).

5.3.1.3 Nadměrný příjem

Nadbytečný příjem sodíku není prospěšný. Při vysokém příjmu nebo nefyziologické resorpci této minerální látky v organismu dochází ke zvýšení objemu krevní plazmy. Sodík se navíc podílí na vazokonstrikci. Zúžením cév a zvýšeným objemem plazmy dochází ke zvýšení krevního tlaku. To může vést k výskytu či rozvoji PE a gestační hypertenze (Stránský a Stránská, 2018; Bednář a Vranová, 2011).

5.3.1.4 Zdroje

Nejčastěji je sodík přijímán ve formě kuchyňské soli (chloridu sodného). Mezi potraviny bohaté na chlorid sodný patří např. sýry, maso, slané ořišky, bramborové lupínky a bujónové kostky určené k přípravě polévek (Informační centrum bezpečnosti potravin, 2009).

5.3.2 Draslík

Draslík je hlavním kationtem v nitrobuňkové tekutině. Vyskytuje se zejména navázaný na bílkovinu a fosfát.

Stejně jako sodík má zásadní vliv na udržování acidobazické rovnováhy, rovnováhy tekutin a elektrolytů, dále ovlivňuje osmotický tlak, hraje významnou roli při přenosu nervového impulsu a kontrakci svalů, je nezbytný pro správnou činnost srdce a regulaci krevního tlaku. Coby kofaktor některých enzymů je rovněž důležitý pro růst (Sharma, 2018, s. 50; Mourek, 2012, s. 20; Swinney a Anderson, 2011, s. 45; König, 2020a).

5.3.2.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

DDD draslíku pro dospělé jedince jsou 2 gramy, během těhotenství není nárok na draslík nijak zvýšený (Stránský a Stránská, 2018). Na druhou stranu podle metaanalýz z 21 randomizovaných studií může vyšší příjem draslíku snižovat arteriální krevní tlak, a to zejména u pacientů konzumující vysokou dávku sodíku a pacientů s hypertenzí. Několik kohortových studií prokázalo, že příjem draslíku v rozmezí 90–120 mmol/den (tj. 3,5–4,7 g/den) je spojen se snížením rizika cévní mozkové

příhody (Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2018, s. 50; Rodan, 2017). Kromě udržování nižší hladiny krevního tlaku může vyšší příjem draslíku (až 4,7 g denně) snižovat nepříznivé účinky příjmu chloridu sodného na krevní tlak, riziko opakovaných ledvinových kamenů a případně i snižovat ztrátu kostní hmoty (Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate, 2005, s. 187).

Suplementace během období těhotenství nebývá nutná, doporučené dávky draslíku lze dosáhnout pestrou stravou.

5.3.2.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Nízká hladina draslíku v plazmě z důvodu nedostatečného příjmu minerální látky nebývá častá, obvyklejší příčinou je průjem, zvracení, užívání diuretik a laxativ.

Při deficitu může docházet k těžkým neuromuskulárním či muskulárním poruchám, které vedou ke slabosti kosterních svalů, k zácpě a k poruchám srdečního rytmu. Studie na zvířecích modelech navíc ukázaly, že nedostatek draslíku může narušit růst plodu (Stránský a Stránská, 2018; Grzeszczak et al., 2023; The President and Fellows of Harvard College, 2023b).

5.3.2.3 Nadměrný příjem

Nadměrná konzumace potravin bohatých na draslík nebo suplementů obsahujících draslík není doporučena, může dojít k hyperkalémii. Hyperkalémie může způsobit rozvoj GDM a PE.

GDM je charakterizován špatnou glukózovou tolerancí, která je poprvé zjištěna během těhotenství (Deng et al., 2023). PE byla již popsána v podkapitole 5.1.1.

GDM a PE mají stejně jako deficit draslíku vliv na růst plodu, PE navíc může vést k předčasnému porodu (Stránský a Stránská, 2018; Grzeszczak et al., 2023; König, 2020a; The President and Fellows of Harvard College, 2023b).

5.3.2.4 Zdroje

Draslík je přijímán v dostatečném množství v běžných potravinách rostlinného původu (v banánech, sušeném ovoci, kiwi, avokádu, bramborách, špenátu, žampionech), při vaření přechází do vody a jeho obsah v potravinách klesá (Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2018, s. 49; Swinney a Anderson, 2011, s. 45).

5.3.3 Vápník

Vápník je nejzastoupenější minerální látkou v lidském těle, představuje zhruba 1,5–2 % tělesné hmotnosti a téměř 40 % celkové minerální hmoty (Sharma, 2018, s. 48).

Naprostá většina vápníku se nachází v kostech a zubech, zejména ve formě hydroxyapatitových krystalů v kostře kolagenu a nekolagenových bílkovinách. Pro kosti a zuby je vápník stavebním materiálem, představuje asi 60 % hmotnosti kosti a dodává jí pevnost a hustotu.

Vápník se chová i jako signalizační činidlo, spouští a zastavuje různé fyziologické procesy, jako je např. kontrakce kosterního a hladkého svalstva, funkce transmitterů, stabilizace buněčných membrán, buněčná proliferace a diferenciací. Je podstatný pro přenos vzruchů v nervovém systému, sehrává důležitou roli v procesu srážení krve, ovlivňuje krevní tlak a imunitu (Sharma, 2018, s. 48; Stránský a Stránská, 2018; Mourek, 2012, s. 20; Swinney a Anderson, 2011, s. 41; König, 2020b).

Aktivuje či stabilizuje mnoho enzymů, včetně několika z krevní koagulační kaskády, a je nezbytný pro uvolnění některých hormonů (např. kalcitonin nebo parathormon).

Jeho hlavním úkolem je nitrobuněčná signalizace, proto je koncentrace vápenatých iontů udržovaná hormonální regulací – parathormon hladinu vápníku v plazmě zvyšuje, naopak kalcitonin ji snižuje. Na regulaci vápníku se podílí rovněž vitamin D (Sharma, 2018, s. 48; Stránský a Stránská, 2018).

Příjem dostatečného množství vápníku je pro těhotnou ženu velmi důležitý. Podílí se totiž na tvorbě kostí plodu a zmírňuje křeče nohou. Suplementací vápníku lze navíc předejít riziku předčasného porodu a je prevencí vzniku PE a graviditou indukované hypertenze.

Mechanismus, kterým vápník ovlivňuje krevní tlak, není dobře znám. Dostatečná koncentrace vápníku může mít pravděpodobně význam při snížení kontraktility hladkého svalstva a zvýšení vazodilatace. Tím se riziko PE eliminuje (Zlatohlávek, 2016; Khaing et al., 2017; Winarno et al., 2021).

5.3.3.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Příjem vápníku je pro tvorbu kostního skeletu plodu nejdůležitější ve třetím trimestru. Tato potřeba je pokryta zejména zvýšenou absorpcí minerální látky. Absorpce vápníku se během těhotenství zdvojnásobuje, ve vyšších měsících gravidity může dojít i ke zvýšenému odbourávání kostí. Jedná se o dočasnou adaptaci organismu a podle závěrů z nedávných studií úbytek kostní tkáně zpravidla nezvyšuje riziko vzniku osteoporózy v těhotenství (Stránský a Stránská, 2018; Lujano-Negrete et al., 2022; Weaver, 2019).

V randomizovaných kontrolovaných intervenčních studiích nebyly zjištěny výhody vyššího příjmu vápníku, než je DDD pro netěhotné ženy, proto by těhotné ženy do 19 let měly přijímat 1200 mg vápníku/den a ženy nad 19 let množství 1000 mg vápníku/den (Stránský a Stránská, 2018).

World Health Organization (WHO) doporučuje suplementaci vápníku 1500–2000 mg/den v oblastech s nízkým příjmem vápníku v potravě od 20. týdne těhotenství, aby se předešlo riziku vzniku PE (Korhonen et al., 2022).

5.3.3.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Nedostatečný příjem vápníku představuje riziko pro matku i pro plod. Může mít negativní dopad na kostěný aparát plodu a zároveň i na kvalitu kostí matky. Při dlouhotrvajícím deficitu či nízké absorpci je totiž koncentrace vápníku v séru udržována odbouráváním kostní hmoty. Důsledkem je zvýšená kazivost zubů a demineralizace kostí – kosti jsou oslabené, zvyšuje se riziko vzniku zlomenin a hrozí rozvoj osteoporózy.

Dlouhodobě snížený příjem vápníku se může projevovat zmateností, podrážděností, úzkostí, depresivními pocity a nespavostí, může být příčinou svalových křečí, parestezie končetin a bolesti kloubů (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 59; Mousa, Naqash a Lim, 2019).

Další rizika zahrnují hypertenzi a PE u matky, předčasný porod, omezený intrauterinní růst plodu a jeho nízkou porodní hmotnost (Willemse et al., 2020; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

5.3.3.3 Nadměrný příjem

Krátkodobě vysoký příjem vápníku nezpůsobuje žádné zdravotní problémy, poněvadž nadbytek minerální látky se vylučuje močí a stolicí. Nadměrným příjmem po delší dobu však může dojít ke kalcifikacím měkkých tkání, ke vzniku aterosklerotických plátů v cévách a k hyperkalcémii.

Hyperkalcémie se nazývá jev, při kterém se koncentrace vápníku v séru zvýší nad hodnotu 2,63 mmol/l. Mezi další příčiny vzniku hyperkalcémie patří příjem vitamínu D s nedostatečným příjmem hořčíku, primární hyperparathyroidismus a maligní choroby (Stránský a Stránská, 2018; Hronek, 2004; Žofková, 2014).

Během těhotenství je hyperkalcémie vzácná a ve většině případů je příčinou primární hyperparathyreóza. Dlouhodobá hyperkalcémie může vyvolat nefrolitiázu, pankreatitidu, PE u matky a omezení růstu plodu. Po porodu mohou nastat další komplikace, jako je těžká novorozenecká hypokalcémie, tetanie a smrt v důsledku hypoparathyreózy plodu (Appelman-Dijkstra et al., 2021).

Nedávno publikované studie také naznačují, že neadekvátně vysoká nebo bezdůvodná suplementace vápníku může zvyšovat riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Dlouhodobá konzumace doplňků vápníku totiž může zvýšit riziko aterosklerózy, která patří mezi hlavní rizikové faktory vzniku a rozvoje kardiovaskulárních onemocnění. Mnoho kohortních studií prokázalo zvýšení kardiovaskulárního rizika a mortality spojené se suplementací vápníku, ale ne s jeho příjmem ve stravě – příjem vápníku v potravě má naopak ochranný účinek. Došlo se tedy k závěru, že příjem vápníku ve stravě je bezpečnější než jeho suplementace (Korhonen et al., 2022; Tankeu, Ndip Agbor a Noubiap, 2017).

5.3.3.4 Zdroje

Nejbohatším zdrojem vápníku je mléko a mléčné výrobky (např. tvrdé sýry, tvaroh, jogurty), získáván je rovněž z listové zeleniny (např. brokolice, rukola, špenát), ryb, ořechů, luštěnin a produktů obsahujících sóju (Kasper, 2015, s. 65; Zlatohlávek, 2016; Sharma, 2018, s. 49; Swinney a Anderson, 2011, s. 41; Mousa, Naqash a Lim, 2019; König, 2020b). Využitelnost vápníku z živočišných produktů je obecně vyšší než z rostlinných, důvodem je přítomnost inhibičních látek – šťavelanů a fytátů. Podobný účinek mají rovněž látky s vysokým obsahem kyseliny uronové (Kasper, 2015, s. 65; Zlatohlávek, 2016; Sharma, 2018, s. 49; Swinney a Anderson, 2011, s. 41; Mousa, Naqash a Lim, 2019; König, 2020b).

5.3.4 Hořčík

Hořčík je po draslíku druhým nejčastěji vyskytujícím se intracelulárním kationtem v lidském organismu. Téměř 60 % minerální látky v těle se vyskytuje v kostech a necelých 30 % ve svalovině. Zbytek je obsažen v měkkých tkáních, erytrocytech a v krevní plazmě (Sharma, 2018, s. 49; Stránský a Stránská, 2018; Hyšpler, Tichá a Zadák, 2017).

Sehrává ústřední roli v energetickém metabolismu, účastní se veškerých dějů bezprostředně vázaných na adenosintrifosfát (ATP) – oxidativní fosforylace, glykolýzy, syntézy lipidů, proteinů, koenzymů a nukleových kyselin, přenosu methylových skupin a mnoha dalších procesů. Aktivuje více než 300 enzymů v mnoha chemických reakcích a působí jako kofaktor fosforylovaných nukleotidů (Sharma, 2018, s. 49; Stránský a Stránská, 2018; Fiorentini et al., 2021).

Usnadňuje aktivní transport vápníku a draslíku přes buněčné membrány, což je nezbytné pro přenos nervosvalového vzruchu, pro svalovou kontrakci a relaxaci, udržení vazomotorického tonu a normálního srdečního rytmu. Reguluje i další fyziologické procesy, jako je srážení krve, kontrakce myokardu, hladina glykemie a krevní tlak.

Hořčík je důležitý pro stavbu kostí a vliv má také na imunitní systém – podílí se na imunologických dějích, jako je aktivace makrofágů, proliferace lymfocytů, vazba endotoxinu na monocyty aj. Zvyšuje tím obranyschopnost člověka (Sharma, 2018, s. 49; Stránský a Stránská, 2018; Al Alawi, Majoni a Falhammar, 2018).

V porodnictví se hořčík užívá jako tokolytikum. Optimální množství hořčíku může snížit riziko předčasného porodu a nízké porodní hmotnosti, dále může hořčík sloužit jako prevence či terapie PE a eklampsie. Také se užívá jako adjuvans při léčbě bronchiálního astmatu a srdeční arytmie (Hronek, 2004; Al Alawi, Majoni a Falhammar, 2018; Thakur et al., 2024). Nedávné studie navíc prokázaly, že příjem hořčíku je spojen se zmírněním anémie, protože vede k významnému vzestupu hladin hemoglobinu (Thakur et al., 2024).

5.3.4.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Potřeba hořčíku je během gravidity zvýšená. S růstem plodu stoupají nároky na spotřebu hořčíku, protože je využíván k tvorbě kostí, orgánů a k vývoji centrálního nervového systému dítěte.

Pro těhotnou ženu je doporučeno přijmout za den alespoň 310 mg hořčíku. Dané množství lze běžnou vyváženou stravou pokrýt, avšak dietní průzkumy obyvatel Evropy a USA prokázaly, že tomu tak často není. Důvodem může být např. moderní zpracování zrn, olejnatých semen a cukrových plodin (Stránský a Stránská, 2018; Hronek, 2004; Fanni et al., 2021).

V případě nedostatečného příjmu hořčíku ze stravy je doporučeno užívat doplňky stravy v dávce 100–200 mg/den (bezpečná horní hranice příjmu hořčíku v suplementech je 350 mg/den). Suplementace může být účinná při různých potížích, jako jsou křeče v nohách a migréna (Dalton et al., 2016)). Podle výsledků z nedávných studií lze suplementací také snížit glykemii nalačno a zmírnit inzulinovou rezistenci (Luo et al., 2024).

V případě použití suplementů hořčíku je třeba podávat hořčík v kombinaci s vápníkem, protože minerální látky působí vzájemně antagonisticky – v případě příjmu pouze jednoho z nich je z těla vyplavován ten druhý, strava bohatá na vápník tedy může snížit resorpci hořčíku a naopak. Doporučený poměr vápníku a hořčíku se pohybuje od 8 : 1 do 2 : 1, jednotný názor nebyl stanoven. Na sníženou resorpci hořčíku je třeba dávat pozor i v případě vysokého příjmu vitamínu D a fosforu (Hronek, 2004).

Aby se zabránilo riziku ovlivnění porodních kontrakcí svalstva, je doporučeno suplementy tři týdny před porodem vysadit (Hronek a Barešová, 2012, s. 63).

5.3.4.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Nedostatek hořčíku je v době těhotenství relativně častý. Může vést k poruchám srdečního a kosterního svalstva, ke svalové slabosti a ke svalovým křečím (Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2018, s. 50; Swinney a Anderson, 2011, s. 41).

V období gravidity je snížený příjem hořčíku obzvláště nebezpečný. Hypomagnezémie může mít souvislost s výskytem hypertenze a PE. Dále je nedostatek hořčíku spojován s potraty, předčasnými stahy dělohy, poruchami funkce placenty, komplikacemi při porodu a během šestinedělí.

Nutriční deficit může ovlivnit i plod. Důsledkem může být vznik kongenitální rachitidy a osteoporózy plodu, zvyšuje se tím pravděpodobnost vrozených vývojových vad, poruch hematopoézy a edémů (Hronek, 2004; Hronek a Barešová, 2012, s. 59; Zlatohlávek, 2016; Khayat, Fanaei a Ghanbarzahi, 2017).

Nedostatečný příjem hořčíku je rovněž základ pro vznik fetální hypomagnezémie, která je spojena s omezeným růstem plodu. Omezený růst může mít podle epidemiologických studií souvislost se zvýšeným rizikem vzniku inzulinové rezistence a metabolického syndromu v dětství nebo v dospělosti (Fanni et al., 2021).

5.3.4.3 Nadměrný příjem

Nadměrný příjem hořčíku může vést k utlumení centrální nervové soustavy, apnoe, vymizení reflexů a ochrnutí svalů (Roubík, 2018; Grzeszczak et al., 2023). Během těhotenství je spojován s výskytem kostních abnormalit plodu a zpomalením srdeční činnosti (Hronek, 2004).

5.3.4.4 Zdroje

Hořčík je obsažen např. v ořechách, zelené listové zelenině, celozrnných výrobcích, luštěninách, rybách a v mléčných výrobcích. Kromě výše uvedených potravin k příjmu hořčíku přispívá i minerální voda (Hronek a Barešová, 2012, s. 60; Sharma, 2018, s. 49; Swinney a Anderson, 2011, s. 42; Fanni et al., 2021; Al Alawi, Majoni a Falhammar, 2018).

5.3.5 Fosfor

Fosfor je druhou nejčastější minerální látkou v lidském organismu, tvoří přibližně 1 % tělesné hmotnosti. Okolo 85 % fosforu v těle se nachází v kostech a v zubech jako součást hydroxyapatitu, zbytek je rozložen v organické i anorganické formě. Je součástí membrán fosfolipidů, nachází se ve fosforylovaných cukrech, v ATP, nukleových kyselinách, dále ve fosfoproteinech, lipoproteinech atd.

Anorganický fosfát je podstatný pro regulaci acidobazické rovnováhy v těle a pro tlumení změn pH v krvi, hraje klíčovou roli v energetických procesech (zejména ve formě ATP) a je nezbytnou součástí genetického materiálu (Sharma, 2018, s. 48–49; Swinney a Anderson, 2011, s. 41).

5.3.5.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

DDD fosforu je podle Německé společnosti pro výživu (DGE) pro dospělé 700 mg/den, v těhotenství potřeba stoupá na 800 mg/den (Stránský a Stránská, 2018).

Doporučenou dávku fosforu lze běžnou stravou pokrýt, plošná suplementace se proto během těhotenství nedoporučuje (Santander Ballestín et al., 2021).

5.3.5.2 Nutriční deficit a nadměrný příjem během těhotenství

U zdravých lidí s vyváženou stravou k nedostatku ani výrazně nadbytečnému příjmu fosforu obvykle nedochází. Vysoká hodnota fosforu může být důsledek nadměrného používání potravinářských přísad obsahující fosfor a může vést ke zvýšené ztrátě vápníku (Khayat, Fanaei a Ghanbarzahi, 2017; Swinney a Anderson, 2011, s. 41).

5.3.5.3 Zdroje

Fosfor je obsažen ve většině potravin. Příkladem jsou ryby, maso, vejce, ořechy, mléčné výrobky a obiloviny (Khayat, Fanaei a Ghanbarzahi, 2017; Swinney a Anderson, 2011, s. 41).

5.3.6 Železo

Železo je kofaktorem pro syntézu hemoglobinu a myoglobinu, rovněž je složkou některých enzymů, koenzymů a cytochromů podílejících se na produkci ATP v dýchacím řetězci.

Hemoglobin přenáší kyslík z plic do všech částí těla, zatímco myoglobin přenáší a ukládá kyslík ve svalových tkáních. Železo má tedy významný vliv na transport kyslíku a dýchání.

Vzhledem k tomu, že se hemoglobin navíc podílí na tvorbě červených krvinek, je železo také důležité pro krve tvorbu.

Nezbytné je i pro zdravý vývoj a růst mozku u dětí, pro normální tvorbu a funkci různých buněk, hormonů a imunitního systému (Stránský a Stránská, 2018; Mousa, Naqash a Lim, 2019; Karas, 2015; The President and Fellows of Harvard College, 2023a).

5.3.6.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Potřeba železa závisí na ztrátě minerální látky prostřednictvím střev, kůže, ledvin a u žen rovněž na ztrátě během menstruace. Podle WHO je doporučený denní příjem pro dospělé ženy s normálním menstruačním krvácením 15 mg. Absorbováno je obvykle 1,5–2,2 mg železa, což běžnou potřebu pokrývá.

Během těhotenství se nároky na příjem železa zvyšují, zejména v druhé polovině těhotenství. Ačkoliv nedochází ke ztrátám vlivem menstruačního krvácení, plod potřebuje přibližně 300 mg železa pro své metabolické potřeby a dodávky kyslíku, dále 50 mg je využito pro placentu a dalších 450 mg pro rozšíření objemu krve matky. Celková potřeba činí asi 30 mg železa denně. Dosáhnout této hodnoty pouze z potravy je obtížné a nedostatek železa je nejčastějším nedostatkem mikronutrientů během období těhotenství, proto se suplementace této minerální látky považuje za zásadní (Stránský a Stránská, 2018; Georgieff, 2020; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

Jedna z možností, jak stanovit dávku suplementovaného železa u těhotných žen, které netrpí anémií, může být zavedení suplementace na základě hladiny koncentrace sérového feritinu. Pokud hodnota sérového feritinu stoupne nad 70 $\mu\text{g/l}$, je koncentrace železa považována za dostatečnou pro podporu těhotenství, takže nejsou potřeba žádné doplňky stravy. Když však sérový feritin klesne pod 30 $\mu\text{g/l}$, je pacientce podáváno 80–100 mg železa/den, aby se chybějící zásoby železa nahradily. Pacientky, jejichž hladiny feritinu jsou mezi těmito dvěma hraničními, užívají nízkou dávkou železa 30–40 mg/den (Santander Ballestín et al., 2021).

Nedávná studie uvedla, že doplňky železa lze užívat i přerušovaně (dvakrát nebo třikrát týdně). Méně častým dávkováním lze dosáhnout stejného účinku, jako v případě denní suplementace, a mohou se tím i snížit vedlejší účinky (Santander Ballestín et al., 2021).

5.3.6.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Deficit železa během těhotenství je častý a může vést k sideropenické anémii, která se projevuje únavou, bledostí, bolestí hlavy, závratěmi, palpitací a svěděním. Anémie z nedostatku železa má významný dopad na zdraví matky i dítěte (Hronek a Barešová, 2012, s. 66). Podle WHO trpí anémií až 40 % těhotných žen (Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

Nedostatek železa má souvislost se zvýšenou nemocností matek a mezi další následky patří omezení intrauterinního růstu, předčasný porod a nízká porodní hmotnost dítěte.

Železo sehrává významnou úlohu ve vývoji a funkci mozku. Hipokampus a proces myelinizace jsou na deficit železa obzvláště citlivé. Důvodem je pravděpodobně nerovnováha mezi vysokou potřebou energie v těchto rychle rostoucích strukturách a narušeným buněčným energetickým metabolismem. Snížená produkce monoaminů může mít za důsledek dlouhodobé poruchy duševního zdraví u potomků (deprese, úzkost, autismus a schizofrenie), rovněž mohou nastat problémy se zhoršenou pamětí, emočními procesy a s rychlostí zpracovávání informací. Potíže mohou přetrvávat až do dospělosti (Georgieff, 2020; Zhang, Lu a Jin, 2022; Khayat, Fanaei a Ghanbarzahi, 2017).

5.3.6.3 Nadměrný příjem

Nejen nedostatek, ale i nadbytek železa může být pro těhotnou ženu nebezpečný. Železo může vytvářet reaktivní formy kyslíku, které vedou k oxidačnímu stresu a aktivaci drah programované buněčné smrti, jako je ferroptóza a autofagie. Ferroptóza znamená hromadění železa a poškození buněčné membrány zprostředkované peroxidací lipidů. Je spojovaná s různými onemocněními, jako je infarkt myokardu, PE a GDM (Zhang, Lu a Jin, 2022).

5.3.6.4 Zdroje

Vyšší biologickou dostupnost a efektivnější absorpci má hemové železo, které je obsaženo v živočišných produktech – v masu a rybách. Nehemové železo se nachází v rostlinných zdrojích, jako je např. listová zelenina nebo tofu. Lepšímu vstřebávání napomáhá i příjem vitamínu C (Hronek a Barešová, 2012, s. 66–67; Mousa, Naqash a Lim, 2019). Potraviny bohaté na vápník (mléko, sýr) snižují vstřebávání železa o 50–60 % (Kasper, 2015, s. 65).

5.3.7 Zinek

Zinek je významným kofaktorem, katalyzuje více než 200 enzymatických reakcí. Zároveň je také strukturální složkou několika nukleotidů, proteinů a hormonů. Podílí se na řadě biochemických procesů, jako je syntéza proteinů, tuků, sacharidů, nukleových kyselin, hormonů (např. inzulínu nebo testosteronu) a receptorů, buněčné dělení a genová exprese (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Vágnerová, 2020, s. 169; Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2019, s. 52; Hronek a Barešová, 2012, s. 72).

Má antioxidační účinky, napomáhá při hojení ran a je důležitý pro proliferaci buněk, apoptózu, správnou funkci mozku a imunitního systému (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2019, s. 52).

Přispívá k udržení acidobazické rovnováhy a hladiny testosteronu v krvi. Účastní se syntézy kolagenu, který je klíčový pro zdraví pokožky, vlasů, nehtů, kostí a kůže (Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

5.3.7.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Těhotným ženám je doporučováno přijímat po dobu prvních tří měsíců denně 7 mg zinku, ve čtvrtém měsíci se předpokládá vyšší potřeba zinku a DDD se proto zvyšuje na 10 mg. Tělo se pravděpodobně na změnu adaptuje různými mechanismy (např. zvýšením absorpce zinku), přesto se zvýšení příjmu jeví jako účelné (Stránský a Stránská, 2018).

Odhaduje se, že přibližně 82 % těhotných žen má nedostatečný příjem zinku. Ve dvou nezávislých metaanalýzách (Ota et al., 2015; Chaffee a King, 2012) bylo uvedeno, že suplementace zinku během gravidity snížila výskyt předčasných porodů o 14 %, ale neměla žádný vliv na jiné důsledky deficitu (např. porodní hmotnost, hypertenzní poruchy nebo novorozeneckou mortalitu, viz podkapitola 5.3.7.2). Snížení rizika předčasného porodu s pomocí dostatečného příjmu zinku souvisí patrně s tím, že zinek může snížit riziko infekcí u matky, což je primární příčina předčasného porodu (Mousa, Naqash a Lim, 2019).

Vzhledem k faktu, že nedostatek zinku je pravděpodobně odrazem malnutrice, jeví se větší důraz na plnohodnotné stravování jako lepší strategie, nežli doplňování zinku prostřednictvím doplňků stravy (Mousa, Naqash a Lim, 2019).

5.3.7.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Mezi projevy deficitu zinku patří nechutenství, slabost, únava, záněty kůže a špatné hojení ran. V období těhotenství se navíc zvyšuje citlivost na pachy, dále je nízká hladina zinku spojována s narušenou imunitou, graviditou indukovanou hypertenzí, PE, poruchou činností dělohy a s vyšším

rizikem potratu, předčasného porodu či prodloužené gravidity (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Santander Ballestín et al., 2021).

Mírný nedostatek může způsobovat změny v syntéze proteinů a buněčné replikaci, důsledkem čehož může mít vliv i na vývoj plodu. Zvyšuje se tak riziko opoždění nebo zastavení intrauterinního růstu plodu a nízké porodní hmotnosti novorozence. Těžký deficit může vést až k vrozeným vadám a malformacím (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Hronek a Barešová, 2012, s. 72; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

5.3.7.3 Nadměrný příjem

Předávkování zinkem nebývá časté. Konzumace dávky vyšší než 150 mg/den může způsobovat nevolnost a zvracení, chronická otrava se projevuje jako hypochromní anémie a neutropenie. Může rovněž docházet ke zhoršení imunitních dějů (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 72).

Příjem zinku přibližně 50 mg/den vede k interakcím na úrovni metabolismu s železem a mědí, proto se příjem zinku nad 25 mg/den nedoporučuje (Stránský a Stránská, 2018).

Výše uvedené důsledky nadměrného příjmu zinku mohou negativně ovlivnit zdraví plodu. Žádné studie, které by potvrdzovaly přímý vliv nadměrného příjmu zinku na plod, doposud nebyly zveřejněny.

5.3.7.4 Zdroje

Zinek je přítomen v mnoha potravinách, především v masu, mléce, mléčných produktech a vejcích, z rostlinných výrobků tuto minerální látku obsahují např. luštěniny a obiloviny (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Hronek a Barešová, 2012, s. 72). Využití zinku z kravského mléka je menší než z mateřského mléka, protože mateřské mléko obsahuje látky podporující resorpci (peptidy, aminokyseliny, citrát), zatímco kravské mléko naopak látky resorpci snižující (kasein, vápník) (Stránský a Stránská, 2018). Z potravin živočišného původu se zinek vstřebává lépe než z rostlinných zdrojů (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 72).

Strava s vysokým obsahem vlákniny nebo fyátů může snížit biologickou dostupnost zinku (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Sharma, 2019, s. 51). U potravin s vysokým obsahem zinku, např. u pšeničných celozrnných výrobků, může dojít při technickém zpracování a při přípravě stravy k výrazným ztrátám. Vařením či skladováním potravin s nižším pH nebo vařením vody v nádobách galvanotechnicky potažených zinkem může obsah dané minerální látky naopak zvýšit. Vegetariáni přijímají přibližně o třetinu více zinku než lidé konzumující smíšenou stravu, biologická hodnota je však nižší. Vysoký obsah vápníku v potravě absorpci zinku snižuje (Stránský a Stránská, 2018).

5.3.8 Měď

Měď je součástí mnoha enzymů (superoxiddismutáza, cytochrom c-oxidáza, dopamin- β -hydroxyláza, aminooxidáza, tyrozináza, lisyloxidáza atd.) a jiných bílkovin (ceruloplasmin), díky čemuž v těle zastává řadu významných fyziologických funkcí (Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2018, s. 52; Gröber, 2010, s. 196).

Ceruloplasmin je nejdůležitějším transportním proteinem mědi a má nezbytnou roli v metabolismu železa – katalyzuje oxidaci dvojmocného železa na trojmocné, které se následně váže na transferin, protein, který zajišťuje transport železa (Stránský a Stránská, 2018).

Jako součást superoxid-dismutázy se podílí na antioxidační obraně buněk. Vliv na energetický metabolismus má cytochrom c-oxidáza, která v elektronovém transportním řetězci redukuje kyslík na vodu a umožňuje tvorbu ATP (Sharma, 2018, s. 52; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

Měď se podílí na správné činnosti imunitního systému a nervové soustavy, dopamin- β -hydroxyláza ovlivňuje metabolismus katecholaminů (přeměna dopaminu na noradrenalin) a aminooxidáza degradaci neurotransmiterů (Sharma, 2018, s. 52; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023; Gröber, 2010, s. 196).

Dále má tato minerální látka vliv na pigmentaci vlasů, kůže a očí, protože tyrosináza, další enzym, jehož je mědi součástí, sehrává roli v tvorbě melaninu. Melanin je pigment, který je za barvu vlasů, kůže a očí zodpovědný (Sharma, 2018, s. 52; Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023).

Měď je důležitá také pro pevnost a pružnost pojivové tkáně, protože enzym lisyloxidáza pomáhá při tzv. cross-linkingu (zesílení a zesílení) kolagenu (Vágnerová, 2020, s. 169; Gröber, 2010, s. 196).

5.3.8.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Scientific Committee for Food uvádí jako referenční hodnotu 1,1 mg mědi na den. Z dostupných studií (podle Referenčních hodnot pro příjem živin) se dá odhadovat, že adekvátní příjem mědi se pohybuje v rozmezí 1,0–1,5 mg/den. Dané rozmezí se vztahuje i na těhotné ženy (Stránský a Stránská, 2018). Podle European Food Safety Authority (EFSA) se v období gravidity potřeba mědi zvyšuje o 0,2 mg/den, aby pokrylo množství minerální látky uložené v plodu a placentě, a DDD pro těhotné ženy bylo stanoveno na 1,5 mg/den (EFSA Journal, 2015).

Doporučené dávky mědi lze pestrou stravou dosáhnout, proto suplementace během období těhotenství nebývá doporučovaná.

5.3.8.2 Nutriční deficit a nadměrný příjem v období těhotenství

Deficit mědi je definován jako koncentrace mědi v séru pod 10 $\mu\text{mol/l}$ (Paul et al., 2013). Může vyvolat poruchy krve tvorby (např. hypochromní anémii, leukocytopenii, granulocytopenii), zvyšuje riziko výskytu zlomenin kostí v důsledku osteoporózy, ruptury cév a aneurysmat kvůli narušené tvorbě kolagenu a elastinu a také riziko vzniku abnormalit metabolismu glukózy a cholesterolu. Dále může nedostatek mědi způsobit sníženou pigmentaci vlasů a kůže, vypadávání vlasů a v pokročilém stádiu neurologické poruchy (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 77; Santander Ballestín et al., 2021).

Metaanalytická studie (Lewandowska et al., 2019) zjistila, že nízká hladina mědi v séru v časném těhotenství koreluje s vyšším rizikem výskytu graviditou indukované hypertenze. Také může mít spojitost s předčasným odtokem plodové vody, slabou amniovou membránou a zvyšuje riziko spontánního potratu (Domínguez, Fernández-Ruiz a Cámara, 2023). Do souvislosti se dává rovněž s nízkou porodní hmotností novorozence a s výskytem malformace a vrozených vad (např. anencefalie) (Hronek a Barešová, 2012, s. 77; Keen et al., 1998).

Bezpečná horní hranice příjmu mědi je stanovena na 10 mg/den (National Institutes of Health, 2022). Takto nadměrný příjem je vzácný a při běžném stravování k němu nedochází. Při zvýšené hladině mědi nastává ukládání minerální látky do jater, může dojít k jejich poškození. Vyšší dávky mohou vyvolat bolesti břicha, zvracení nebo průjem (Hronek a Barešová, 2012, s. 77). Nejsou dostupné žádné studie, které by potvrzovaly přímý vliv nadměrného příjmu mědi na plod.

5.3.8.3 Zdroje

Bohatým zdrojem mědi je např. maso, dále ryby, korýši, obilniny, ořechy a kakao (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 77; Sharma, 2018, s. 51).

5.3.9 Selen

Selen patří mezi stopové prvky a je součástí selenoproteinů, mezi které patří enzymy glutathionperoxidázy (GPx), thioredoxinreduktázy a jodthyronin dejodázy (Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2018, s. 53).

GPx katalyzují redukci organických hydroperoxidů, čímž regulují oxidační stres. Jejich antioxidační vlastnosti jsou využívány k odstraňování volných radikálů v těle. Mají také vliv na plodnost a reprodukci. Existuje několik typů GPx, z nichž každá má specifické funkce a působí v různých tkáních. GPx1 sehrává významnou roli v ženské reprodukční schopnosti díky svým antioxidačním vlastnostem ve folikulu, GPx2 působí antioxidačně v embryonálních a extraembryonálních tkáních a GPx3 se podílí na implantaci embrya do endometria, na mechanismu

přenosu selenu z matky na dítě a na růstu zdravých folikulů. GPx4 a GPx5 mají vliv na mužskou potenci a oba enzymy jsou spojovány s ochranou spermií před oxidativním stresem. GPx4 je obsažen v mitochondriích spermií a podílí se na udržení integrity membrán spermií, což je významný faktor pro úspěšné oplodnění. GPx5 ovlivňuje zránění spermií (Stránský a Stránská, 2018; Solé-Navais et al., 2021).

Thioredoxinreduktázy se podílejí na řadě buněčných procesů, jsou např. nezbytné pro syntézu deoxyribonukleové kyseliny (Stránský a Stránská, 2018).

Tři jodthyronin dejodázy sehrávají klíčovou roli v regulaci hladiny hormonů štítné žlázy (Solé-Navais et al., 2021).

Antioxidační aktivita selenu je spojena s regulací hladiny lipidů a glukózy, chutí k jídlu, růstem a energetickou rovnováhou (Ojeda a Nogales, 2022). Selen tělo chrání před škodlivými účinky těžkých kovů, jako je např. arsen, kadmium, olovo a rtuť, a podílí se na správné funkci imunitního systému (Pieczyńska a Grajeta, 2015). Podle několika studií má dostatečný příjem selenu vliv na snížení rizika výskytu rakoviny, DM II. typu a kardiovaskulárních onemocnění, nicméně jiné studie souvislost selenu s těmito chorobami vyvrátily (Stránský a Stránská, 2018; Pieczyńska a Grajeta, 2015). Vyšší koncentrace selenu v krvi by mohla snižovat riziko PE (Xu et al., 2016), avšak i v tomto případě existují studie, které tuto teorii zpochybňují (Holmquist et al., 2021).

5.3.9.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Bylo prokázáno, že během těhotenství se koncentrace selenu snižuje. Je to důsledek transportu minerální látky do plodu. Zároveň se potřeba selenu nepatrně zvyšuje, aby byl plod dostatečně vyživován. Zvýšený příjem selenu je třeba i z toho důvodu, že během těhotenství vzniká více radikálů a toxických látek, které selen pomáhá odstraňovat. Zvýšení DDD oproti běžnému stavu však není nijak markantní (okolo 2 µg/den), odhadovaná DDD je 60 µg/den (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 76; Qazi et al., 2018).

Suplementace selenu během těhotenství je opodstatněná. Kromě antioxidačního působení stimuluje produkci estradiolu, progesteronu a thyroxinu (Qazi et al., 2018). Podle studií dostatečný příjem selenu ve stravě může být prospěšný pro růst dítěte a může snižovat riziko nízké porodní hmotnosti. Nebylo však prokázáno, že by na hmotnost novorozence měl vliv příjem selenu z doplňků stravy (Solé-Navais et al., 2021). Suplementace selenu může u těhotných žen snižovat výskyt graviditou indukované hypertenze, GDM a poporodní deprese (Adams et al., 2021).

Suplementace selenu má dále význam u pacientek s autoimunitní tyreoiditidou. Výsledky několika klinických studií naznačují, že tato minerální látka snižuje hladiny autoproti látek, a zároveň také slouží jako prevence pro rozvoj poporodní tyreoiditidy (Minenetti et. al, 2022).

5.3.9.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Nedostatek selenu bývá častý, projevuje se nejvýrazněji v prvním trimestru. Snížený příjem selenu zapříčiňuje nízkou aktivitu antioxidantních enzymů, což během těhotenství vede ke vzniku oxidačního stresu ve tkáních. Důsledkem může být zvýšené riziko potratu a předčasného porodu. Deficit selenu je rovněž spojován s rizikem vzniku PE a GDM, s omezením intrauterinního růstu a zvýšeným rizikem vrozených vad (Hronek a Barešová, 2012, s. 76; Minenetti et al, 2022; Zachara, 2018).

Riziko předčasného porodu a nízká porodní hmotnost novorozence je u žen s deficitem selenu přibližně osmkrát vyšší. Nízká porodní hmotnost může mít spojitost s funkcí štítné žlázy, která je snižená mimo jiné právě kvůli nízké hladině selenu (Minenetti et. al, 2022).

5.3.9.3 Nadměrný příjem

Nedoporučuje se přijímat více než 200 µg selenu denně. Ve vysokých dávkách totiž může působit toxicky a vyvolávat depresivní pocity, strach, neklid, dráždění spojivek a sliznic horních cest dýchacích, gastrointestinální potíže a útlum dechu. Může být dokonce i teratogenní (Hronek a Barešová, 2012, s. 76).

5.3.9.4 Zdroje

Obsah selenu v potravinách rostlinného původu závisí na jeho množství v půdě. V Evropě se nachází půda chudší na selen než v USA. Záleží rovněž na druhu půdy a na jejím pH (Stránský a Stránská, 2018).

Více selenu se nachází v produktech živočišného původu, jako jsou ryby, maso, vejce. Nicméně rostlinné produkty (para-orechy, obiloviny a některé druhy zeleniny, např. brokolice nebo česnek) mají lepší biologickou dostupnost selenu (Stránský a Stránská, 2018; Hronek a Barešová, 2012, s. 76; Mousa, Naqash a Lim, 2019; Sharma, 2018, s. 51; Pieczyńska a Grajeta, 2015).

5.3.10 Fluorid

Fluorid se podílí na mineralizaci kostí a zubů a zvyšuje jejich tvrdost a odolnost. Malé dávky fluoridu navíc ovlivňují růst a prořezávání zubů (Sharma, 2018, s. 53; Stránský a Stránská, 2018). Zabraňuje vzniku a progresi zubního kazu zvýšením tvorby fluorapatitu nebo fluorohydroxyapatitu, dále zvýšením odolnosti proti kyselinám, které jsou produkovány kariogenními bakteriemi, a v neposlední řadě fluorid zvyšuje remineralizaci po acidogenní expozici (Gröber, 2010, s. 182; Stránský a Stránská, 2018; Griebel-Thompson et al., 2023).

5.3.10.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Během období těhotenství není potřeba zvýšeného příjmu fluoridu. U dospělých je doporučeno přijmout za den celkem 3,1 mg (Stránský a Stránská, 2018).

Vzhledem k nízkému obsahu fluoridu v pitné vodě byla v některých zemích zavedena fluorizace vody, Česká republika však mezi tyto země nepatří (Moudrá, 2020).

Suplementace fluoridu za účelem eliminace rizika deficitu této minerální látky není doporučována. Těhotné ženy by měly přijímat fluorid spíše z běžné stravy. Některé studie se zabývaly tím, zda by suplementace fluoridu u těhotných žen mohla sloužit jako prevence vzniku zubního kazu u jejich potomků. Nebyl však objeven žádný důkaz, že jsou fluoridové doplňky pro toto využití účinné (Takahashi et al., 2017).

Jiná studie se zabývala vlivem prenatální suplementace na periodontální onemocnění, které bývá spojováno s různými zdravotními komplikacemi těhotné ženy (např. hypertenze, DM) a s nepříznivými následky pro plod (předčasný porod, nízká porodní hmotnost). Podle výsledků studie by nízká dávka fluoridu mohla zmírnit komplikace během gravidity spojené s onemocněním parodontu, avšak prozatím není k dispozici dostatek důkazů, protože studie byla provedena pouze na myším modelu (Jia et al., 2019).

5.3.10.2 Nadměrný příjem a deficit během těhotenství

EFSA uvádí jako horní hranici pro příjem fluoridu hodnotu 0,12 mg/kg tělesné hmotnosti (Stránský a Stránská, 2018). Nadměrná dávka fluoridu během těhotenství může negativně ovlivnit plod, dává se do souvislosti s nižší hodnotou IQ a opožděným nervovým vývojem (Griebel-Thompson et al., 2023; Strunecká, Patočka a Limeback, 2005).

V roce 2020 provedl Národní toxikologický program výzkum o vlivu fluoridu na neurovývoj potomků. Tento výzkum prokázal, že důsledkem zvýšeného příjmu fluoridu mohou být nepříznivé výsledky vývoje nervové soustavy. Týká se to zejména oblastí, kde je koncentrace fluoridu v pitné vodě vyšší než 1,5 mg/l. Pro nižší úrovně expozice je k dispozici méně informací (Cantoral et al., 2021).

Závěry klinických studií provedených v Mexiku v letech 2007–2011 prokázaly, že vyšší příjem fluoridu v potravě během období gravidity nebyl spojen se zhoršenými jazykovými a motorickými výsledky. Bylo však zjištěno, že u chlapců během prvních dvou let života může nadměrná dávka fluoridu způsobit nižší kognitivní skóre při neverbálních aktivitách, jako je řešení problémů, paměť a manipulace s předměty (Cantoral et al., 2021). Teorii, že existuje souvislost mezi zvýšeným příjmem fluoridu během těhotenství a nižším skóre v testech kognitivních funkcí u potomků, potvrzuje i další studie, která byla rovněž provedena v Mexiku (Bashash et al., 2017).

Navíc bylo prokázáno, že vyšší příjem fluoridu nepříznivě ovlivňuje těhotenství. Zvyšuje riziko potratů, vrozených abnormalit, předčasného porodu a nízké hmotnosti novorozence (Goyal et al., 2020).

K deficitu fluoridu při běžném stravování dochází jen výjimečně. Nejsou dostupné žádné studie, které by potvrzovaly přímý vliv nízkého příjmu fluoridu na plod.

5.3.10.3 Zdroje

Fluorid bývá v potravinách zastoupen jen v malém množství. Kromě toho, že bývá tato minerální látka obsažena v pitné vodě, se přidává i do soli. Nachází se taky v mořských plodech a v čaji (Griebel-Thompson et al., 2023; Stránský a Stránská, 2018; Sharma, 2017, s. 51).

5.3.11 Jód

Jód je potřebný pro syntézu hormonů štítné žlázy (např. tyroxinu nebo trijódtyroninu), které jsou zodpovědné za regulaci růstu, vývoje a bazálního metabolismu (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Hronek a Barešová, 2012, s. 69; Harding et al., 2017).

Navíc se hormony štítné žlázy podílejí na správném vývoji mozku a nervového systému plodu, včetně růstu nervových buněk, tvorby synapsí a myelinizace (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Harding et al., 2017).

Syntéza hormonů štítné žlázy může být inhibována látkami, které jsou obsaženy v některých rostlinách čeledi brukvovitých a v tabákovém kouři. Nazývají se strumigeny (Sharma, 2018, s. 53).

5.3.11.1 Doporučený příjem během těhotenství a význam suplementace

Doporučený denní příjem jódu je 200 µg (Stránský a Stránská, 2018). V průběhu těhotenství je potřeba jódu podstatně vyšší, protože se v tomto období produkce hormonů štítné žlázy zvyšuje až o polovinu. Dále dochází ke zvýšené ztrátě jódu močí kvůli zvýšené glomerulární filtraci. V pozdější fázi gravidity navíc jód prochází placentou a tělo plodu jej využívá k syntéze hormonů štítné žlázy, zabezpečující správný vývoj nervové soustavy a vývoj smyslů (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Hronek a Barešová, 2012, s. 69; Stránský a Stránská, 2018; Croce et al., 2023). Z výše uvedených důvodů by těhotné ženy měly přijmout 230 µg (Stránský a Stránská, 2018).

Příjem lze zvýšit konzumací jodizované soli a užíváním suplementů. Neexistuje však jasný závěr ohledně výhod a rizik suplementace jódu během těhotenství (Harding et al., 2017).

Suplementace jódu v zemích trpících jeho závažným nedostatkem (definovaným podle WHO mediánem koncentrace jódu v moči nižším než 20 µg/l) jednoznačně zlepšuje klinické výsledky, avšak studie v oblastech středního nebo mírného deficitu (s mediánem mezi 20 a 49 µg/l, příp. mezi 50 a 99 µg/l) vedly k neprůkazným výsledkům (Croce et al., 2023).

Důsledky středního deficitu jódu nejsou tak závažné, proto účinky po zavedení suplementace nejsou dostatečně průkazné. Většina studií se uskutečňuje v oblastech, kde ženy mají pouze mírný či střední deficit této minerální látky. Provádění klinických studií v zemích s významnějším nedostatkem jódu (kde by se dalo očekávat pozorování významnějších výsledků) není považováno za eticky přijatelné (Croce et al., 2023).

Závěrem studií provedených v prostředí s mírným až středním nedostatkem jódu je, že suplementace snížila pravděpodobnost nežádoucích účinků poporodní hypertyreózy a zvýšila pravděpodobnost zažívací intolerance v těhotenství (Harding et al., 2017).

WHO, United Nations Children's Fund a International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders doporučují, aby těhotné ženy v zemích s nedostatečným přístupem k jodizované soli přijímaly prostřednictvím suplementů 250 µg/den jódu. Pracovní skupina American Thyroid Association doporučila těhotným ženám suplementaci 150 µg/den, se kterou by měly ženy začít tři měsíce před početím (Adams et al., 2021).

5.3.11.2 Nutriční deficit v období těhotenství

Extrémní nedostatek jódu má za následek větší riziko potratů a kojenecké úmrtnosti (Adams et al., 2021). Způsobuje poruchy syntézy hormonů štítné žlázy, což má za důsledek zvýšené riziko vzniku endemické strumy a endemického kretenismu, nevratné poruchy tělesného i psychomotorického vývoje zahrnující hluchoněmost a motorickou rigiditu (Stránský a Stránská, 2018; Adams et al., 2021). Výskyt takto závažných poruch je však vázán spíše na specifické oblasti, ve vyspělých zemích, kde byla zavedena jodizace soli, k tak silnému nedostatku obvykle nedochází (Stránský a Stránská, 2018; Mousa, Naqash a Lim, 2019; Zimmermann, 2009).

Nicméně, kognitivní a motorické funkce dětí může podle průřezových studií nepříznivě ovlivnit i mírný či střední deficit jódu v těhotenství, ke kterému v zemích Evropy i jiných vyspělých zemích světa dochází často (Zimmermann, 2009; Croce et al., 2023). Není to však zcela prokázané, protože mnohé z těchto studií mohly být zkresleny jinými faktory, které vývoj dítěte ovlivňují (Zimmermann, 2009). Na druhou stranu tvrzení, že nedostatek jódu ovlivňuje kognitivní funkce, je v souladu s výsledky jiných studií. Metaanalýza tří studií (Levie et al., 2018) zjistila, že nízká hladina volného tyroxinu u matky v časném těhotenství byla spojena s nižším IQ. Jiné studie zjistily nižší hladiny jódu u dětí s autismem (Adams et al., 2021).

U dětí se může objevit i neklid a hyperaktivita (Hronek a Barešová, 2012, s. 70). To potvrzuje několik studií, které prokázaly spojitost mezi hypotyreózou u matky a poruchou pozornosti s hyperaktivitou u dítěte (Adams et al., 2021).

Vzhledem k tomu, že jiná studie (Borekci, Gulaboglu a Gul, 2009) zjistila nižší hladiny jódu u žen s těžkou PE, může mít příjem jódu vliv i na tuto závažnou zdravotní komplikaci.

5.3.11.3 Nadměrný příjem

Nadměrný příjem jódu je rovněž škodlivý, může způsobit poruchu funkce štítné žlázy u matky i dítěte. EFSA udává pro příjem jódu horní hranici 600 µg/den (Stránský a Stránská, 2018), WHO považuje za nadměrný celkový denní příjem nad hodnotou 500 µg/den (Adams et al., 2021).

5.3.11.4 Zdroje

Bohatým zdrojem jódu jsou mořské ryby (je doporučeno vyhnout se dravým rybám, jako je mečoun, candát nebo makrela, z důvodu obsahu těžkých kovů), chaluhy a jodizovaná sůl. Jód je rovněž obsažen např. v mléce a ve vejcích (Hronek a Barešová, 2012, s. 70; Stránský a Stránská, 2018; Mousa, Naqash a Lim, 2019).

6. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

6.1 Metodika

Cílem experimentální práce bylo vyhodnotit příjem minerálních látek u těhotných žen a poté získané výsledky porovnat s DDD.

Studie se účastnily ženy od druhého trimestru po dobu devíti měsíců po porodu. Schválila ji etická komise Fakultní nemocnice Hradec Králové. Vyšetřované ženy byly seznámeny s podmínkami a podepisovaly informovaný souhlas s účastí ve studii.

Během let 2022–2023 ženy docházely na vyšetření do laboratoře klinické fyziologie na Katedře lékařských a biologických věd Farmaceutické fakulty v Hradci Králové. Vyšetření proběhlo celkem sedmkrát, třikrát v období těhotenství a čtyřikrát v období po porodu. Diplomová práce se zabývá příjmem minerálních látek pouze v období těhotenství, proto v ní jsou obsaženy a vyhodnoceny pouze výsledky z prvních tří vyšetření. První (G1) proběhlo ve druhém trimestru (průměrně ve 24. GT (gestačním týdnu)), druhé (G2) na začátku třetího trimestru (průměrně ve 30. GT) a třetí (G3) na konci třetího trimestru (průměrně ve 37. GT).

Během prvního vyšetření byla změřena výška pomocí stadiometru. Ostatní antropometrické údaje (hmotnost, množství podkožního tuku) byly měřeny opakovaně při každém vyšetření. Hmotnost a množství podkožního tuku byla stanovena pomocí antropometrické váhy Body composition monitor InnerScan (Tanita Corporation, Tokio, Japonsko). Složení těla bylo hodnoceno přístrojem Body Composition Monitor (Fresenius Medical Care AG & Co, Bad Homburg, Německo), fungujícím na principu bioimpedanční spektroskopické analýzy, svalová síla a výdrž dynamometrem. Dále bylo provedeno spirometrické měření pro hodnocení plicních funkcí. Parametry „klidový energetický výdej“ a „utilizace nutričních substrátů“ byly stanoveny pomocí nepřímé kalorimetrie.

Ženy si s sebou na každé vyšetření donesly dotazník, kde si zaznamenávaly svůj příjem potravin a tekutin a svou fyzickou aktivitu během jednoho týdne. Vyhodnocování příjmu jednotlivých nutričních substrátů na základě dotazníku bylo uskutečněno s pomocí programu NutriDan a Microsoft Office Excel 2019.

6.1.1 Charakteristika vyšetřovaných žen

Do studie se dobrovolně zapojilo 13 žen různého věku, tělesných proporcí, vzdělání a povolání. Jejich průměrný věk na začátku studie byl 31 ± 3 roky a výška 170 ± 3 cm. Další údaje o vyšetřovaných ženách se nacházejí v části s výsledky (viz kapitola 7).

Ženy byly prvorodičky, netrpěly žádnými závažnými zdravotními potížemi, neměly žádné stravovací omezení (např. bezlepková dieta, bezlaktózová dieta, vegetariánská strava apod.) a všechny byly nekuřačky.

Prvního vyšetření (G1) se zúčastnilo pouze 7 žen, z dalších vyšetření (G2, G3) se podařilo získat data od všech 13 žen.

6.1.2 Dotazníky

Jak již bylo zmíněno na začátku kapitoly 6.1, ženy si s sebou na každé vyšetření přinesly vyplněné papírové dotazníky (viz příloha 1). Na začátku studie byly edukovány ohledně správného způsobu vyplňování dotazníku, navíc se na jeho titulní straně nacházel ukázkově vyplněný vzor (vyplněný dotazník se nachází v příloze 2).

V záhlaví dotazníku se nacházely údaje o vyšetřované ženě (jméno, příjmení, fáze těhotenství, rodné číslo, věk, zaměstnání), údaje získané měřeními během vyšetření (výška, váha, tělesný tuk, energetický výdej) a hodnota BMI (Body Mass Index). Výška se vypočítala pomocí stadiometru, váha a tělesný tuk pomocí antropometrické váhy a hodnota BMI je vypočítána programem NutriDan ze zadané výšky a váhy. V dotazníku bylo také uvedeno, zda ženy užívaly doplňky stravy.

Všechny výše uvedené informace bylo třeba zadat do šablony v dokumentu Microsoft Office Excel 2019. Složení doplňků stravy bylo převzato z webových stránek výrobce.

V dotazníku dále následovala tabulka pro každý den (pondělí–neděle), do které ženy po jednotlivých dnech zaznamenávaly svou denní fyzickou aktivitu (v minutách nebo v hodinách) a svůj denní příjem potravin a tekutin po jednotlivých dnech v týdnu. Dny byly rozděleny na snídani, dopolední svačinu, oběd, odpolední svačinu a večeři. Ženy si zapisovaly název potravin a množství (nejlépe v gramech) a název tekutin (v mililitrech, které se během vyhodnocování převedly na gramy).

Denní příjem nutrientů byl vyhodnocen pomocí programu NutriDan. Fyzická aktivita sloužila pro výpočet celkového energetického výdeje.

6.1.3 NutriDan

Na vytvoření programu NutriDan se podílel tým lékařů v čele s MUDr. Danou Müllerovou, Ph.D., z Ústavu hygieny na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Plzni. Funkcí programu je vyhodnocení jídelníčku pacienta a stanovení jeho energetického příjmu a příjmu jednotlivých nutrientů, přičemž je zohledňován pacientův věk, míra fyzické aktivity a aktuální stav výživy (BMI, těhotenství, kojení, onemocnění) (Matoušková, 2010).

Zacházení s programem je intuitivní. Vyhodnocení jídelníčku začíná založením nového vyšetření – je třeba zadat údaje o vyšetřované ženě (jméno, příjmení, rodné číslo) a datum dne, kdy žena konzumovala danou stravu. Dalším krokem je přidání informací získaných měřeními (váha, výška, energetický výdej), uvádí se míra aktivity (bylo zadáváno „střední“) a upřesní se, že se jedná o těhotnou ženu. Následuje sestavování jídelníčku.

V programu se nachází databáze surovin, tekutin a celých pokrmů (sestavěny z jednotlivých surovin) s jejich nutričními hodnotami, které byly výše zmíněným týmem lékařů ověřeny

(Matoušková, 2010). Jídlo, které žena konzumovala, tedy do programu lze zadat buď pomocí celých pokrmů, nebo pomocí jednotlivých surovin (např. pro zadání zeleninového salátu se vybere rajče, červená paprika, okurka, salát zelený ledový a olivový olej). Suroviny a tekutiny se zadávají v gramech, celé pokrmy v porcích.

Přestože podle pokynů měly ženy množství dané suroviny uvádět v gramech, občas se v dotazníku vyskytly výrazy typu „1 kus banánu“, „hrstka oříšků“ a „půl porce polévky“. V případě nepřesně zadaného množství bylo možné využít hmotnostních tabulek potravin, které byly během studie na Katedře biologických a lékařských věd vytvořeny. Podobné hmotnostní tabulky jsou dostupné na některých webových stránkách (příklad viz příloha 3).

Program NutriDan neumožňuje přidávat nové suroviny, což práci komplikuje. Obsahuje sice široké spektrum potravin (dokonce např. kraba, halibuta, kaviár a mučenku), avšak stravovací návyky lidí se mění a v programu scházejí potraviny, které v dnešní době bývají do jídelníčků zahrnovány zcela běžně (např. cottage, kuskus, cizrna nebo pomazánkové máslo).

Tato komplikace se řešila dvěma způsoby: Buď se na místo konkrétního výrobku vypsaly suroviny, ze kterých je výrobek složen, nebo byl výrobek nahrazen potravinou s podobným složením. Zmíněné cizrně byl ze všech položek nejpodobnější hrách, místo pomazánkového másla byla zvolena potravina „sýr žervé“.

Výsledky vyhodnocené programem NutriDan byly exportovány do souboru a zaznamenány do tabulky nacházející se v šabloně v Microsoft Office Excel 2019. Příjem nutrientů se u každé ženy hodnotil včetně suplementace i bez ní.

6.1.4 Statistické vyhodnocení

Výsledky byly vyhodnoceny pomocí programu GraphPad Prism (verze 9.0.2) a Microsoft Excel 2019. U sledovaných parametrů byla nejprve testována normalita dat pomocí D'Agostino-Pearson testu. Normalita dat nebyla nikde vyloučena, proto v deskriptivní statistice k charakteristice všech parametrů sloužil průměr a směrodatná odchylka.

Pro porovnání rozdílů mezi obdobími G1, G2 a G3 byl použit model se smíšenými efekty. K vyhodnocení, zda suplementace v daném období významně zvýšila příjem dané minerální látky, se využilo párového t-testu. Aby bylo zjištěno, zda je průměrný příjem významně nižší než DDD, se použil jednovýběrový t-test. Hladina statistické významnosti byla akceptovaná při $P \leq 0,05$.

6.1.5 Hodnoty DDD

Aby bylo možné porovnat příjem minerálních látek s doporučeným příjmem, bylo třeba stanovit DDD. Organizace, které stanovují DDD minerálních látek, se často ve svých doporučeních rozcházejí, proto neexistuje jediná univerzální hodnota DDD. V této diplomové práci se vychází

z hodnot uvedených ve zdroji Referenční hodnoty pro příjem živin, který je vydaný třemi institucemi – Společností o výživě v Německu (DGE), Rakousku (ÖGE) a Švýcarsku (SGE). Záměrem bylo, aby DDD pro všechny minerální látky pocházely z jednoho zdroje, a vzhledem k faktu, že Referenční hodnoty pro příjem živin byly publikovány roku 2018, dají se považovat za relativně aktuální.

Přehled DDD pro vybrané minerální látky je obsažen v tabulce 1. K hodnotám některých minerálních látek (vápník, železo, zinek, měď, fluorid) je nutné uvést komentář. Vysvětlení pro výběr těchto konkrétních hodnot je uvedeno pod tabulkou.

Tabulka 1: Hodnoty doporučené denní dávky (DDD) v období těhotenství pro vybrané minerální látky uvedené v mg (miligramech)

Minerální látky	DDD [mg]
Sodík	619
Draslík	2000
Vápník	1000
Hořčík	310
Fosfor	800
Železo	30
Zinek	10
Měď	1
Selen	0,06
Fluorid	1
Jód	0,23

Vápník

Jak je uvedeno v podkapitole 5.3.3.1, ve studiích nebyly zjištěny výhody vyššího příjmu vápníku než DDD pro netěhotné ženy. Z toho důvodu by měly těhotné ženy do 19 let přijímat 1200 mg vápníku denně, zatímco ženy nad 19 let by měly dodržovat množství 1000 mg vápníku/den (Stránský a Stránská, 2018).

Všechny ženy účastnící se studie měly věk vyšší než 19 let, proto se jejich příjem minerální látky srovnává s hodnotou 1000 mg vápníku/den.

Železo

Potřeba železa během období gravidity není stále stejná, nároky na příjem minerální látky se zvyšují zejména v druhé polovině těhotenství, DDD v tom období činí přibližně 30 mg železa (Stránský a Stránská, 2018).

Příjem železa vyšetřovaných žen je porovnáván s touto hodnotou ve všech obdobích, protože studie probíhala až v druhé polovině těhotenství.

Zinek

Těhotným ženám je doporučováno přijímat po dobu prvních tří měsíců denně 7 mg zinku, ve čtvrtém měsíci se předpokládá vyšší potřeba zinku a DDD se proto zvyšuje na 10 mg (Stránský a Stránská, 2018).

Příjem vyšetřovaných žen je ze stejného důvodu jako v případě železa (studie probíhala v druhé polovině těhotenství) porovnáván s vyšší hodnotou (10 mg).

Měď

V případě mědi se v podkapitole 5.3.8.1 objevují hodnoty z vícero zdrojů. Hodnoty se nacházejí v rozmezí 1,0–1,5 mg mědi denně (Stránský a Stránská, 2018).

Jako referenční hodnota pro tuto diplomovou práci byla vybrána nejnižší hodnota z celého rozmezí – 1 mg/den.

Fluorid

Jak již bylo uvedeno v podkapitole 5.3.10.1, během období těhotenství nároky na příjem fluoridu zvýšené nejsou. U dospělých je doporučeno přijmout za den celkem 3,1 mg. Tato hodnota zahrnuje i příjem minerální látky ve vodě. Doporučená dávka fluoridu prostřednictvím potravin a doplňků stravy se odvíjí od toho, kolik mg fluoridu je obsažen v pitné vodě. V případě České republiky, která patří mezi země s nižším obsahem fluoridu ve vodě (pod 0,3 mg/l), je doporučeno přijímat 1,0 mg fluoridu denně (Stránský a Stránská, 2018). Proto se v této diplomové práci pracuje právě s touto hodnotou.

7. VÝSLEDKY

7.1 Antropometrické parametry

Jak již bylo zmíněno v kapitole 6.1, studie se zúčastnily ženy ve věku 28–34 let. Průměrná výška žen byla 170 ± 3 cm. Přehled dalších antropometrických parametrů (hmotnost a BMI) je znázorněn v tabulce 2.

Tabulka 2: Průměrné hodnoty vybraných antropometrických parametrů (hmotnost a BMI) vyšetřovaných žen

Období	Hmotnost [kg]	BMI [kg/m ²]
G1	$78,3 \pm 10,3$	$27,1 \pm 3,6$
G2	$80,3 \pm 11,0$ *G1	$27,7 \pm 3,9$ *G1
G3	$84,4 \pm 11,2$ *G1, G2	$29,2 \pm 3,8$ *G1, G2

Hodnoty (výška, hmotnost a BMI) jsou uvedené jako průměrná hodnota \pm směrodatná odchylka.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

BMI (Body Mass Index) – index tělesné hmotnosti

*G1 model se smíšenými efekty + Tukeyho test mnohonásobného porovnání ($P \leq 0,05$) versus G1

*G1, G2 model se smíšenými efekty + Tukeyho test mnohonásobného porovnání ($P \leq 0,05$) versus G1 a G2

Hmotnost a BMI se statisticky významně zvyšovaly v každém období těhotenství. Rostoucí hmotnost a BMI je jedna z předvídatelných fyziologických změn, ke kterým během těhotenství dochází. Rozdíly hmotností a BMI v obdobích G1–G3 se porovnávaly pomocí modelu se smíšenými efekty a Tukeyho testu mnohonásobného porovnávání. Jediný antropometrický parametr, který se během období těhotenství statisticky významně neměnil, je procento tuku (pohyboval se mezi hodnotami 34,2–35,2 %).

7.2 Průměrný příjem vybraných minerálních látek během těhotenství

Výsledky absolutního příjmu minerálních látek během těhotenství bez suplementace jsou uvedeny v tabulce 3, tabulka 4 obsahuje příjem minerálních látek včetně suplementace. V obou tabulkách se nacházejí průměrné hodnoty příjmu vybraných minerálních látek pro jednotlivá období gravidity.

Tabulka 3: Průměrné hodnoty absolutního příjmu vybraných minerálních látek během jednotlivých období těhotenství (bez suplementace)

Minerální látka	Období			
	G1	G2	G3	P
Sodík [mg]	3603 ± 888	3282 ± 931	3549 ± 858	0,6590
Draslík [mg]	2864 ± 249	3365 ± 581	3642 ± 1121	0,1972
Vápník [mg]	994 ± 249	1032 ± 248	1112 ± 274	0,3911
Hořčík [mg]	418 ± 44	418 ± 48	447 ± 81	0,1859
Fosfor [mg]	1722 ± 216	1710 ± 236	1771 ± 212	0,6576
Železo [mg]	16 ± 3	17 ± 2	18 ± 2	0,2538
Zinek [mg]	12 ± 2	11 ± 2	12 ± 2	0,7651
Měď [mg]	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,5	1,9 ± 0,3	0,9957
Selen [μg]	45 ± 13	59 ± 13	58 ± 18	0,1307
Fluorid [μg]	1164 ± 236	1101 ± 234	1132 ± 194	0,7719
Jód [μg]	326 ± 67	316 ± 80	330 ± 73	0,8234

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty absolutního příjmu v mg (miligramech) nebo μg (mikrogramech) ± směrodatná odchylka.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

P hodnota – ukazatel významnosti modelu se smíšenými efekty

Tabulka 4: Průměrné hodnoty absolutního příjmu vybraných minerálních látek během jednotlivých období těhotenství (se suplementací)

Minerální látka	Období			
	G1	G2	G3	P
Sodík [mg]	3607 ± 889	3282 ± 931	3549 ± 858	0,6571
Draslík [mg]	2864 ± 249	3369 ± 585	3642 ± 1121	0,1990
Vápník [mg]	1041 ± 256	1056 ± 263	1124 ± 283	0,5803
Hořčík [mg]	515 ± 176	488 ± 128	516 ± 142	0,2593
Fosfor [mg]	1758 ± 210	1719 ± 250	1781 ± 226	0,6895
Železo [mg]	25 ± 10	38 ± 41	40 ± 36	0,5720
Zinek [mg]	15 ± 6	14 ± 6	12 ± 4	0,3337
Měď [mg]	2,5 ± 1,0	2,2 ± 0,7	2,1 ± 0,6	0,3143
Selen [μg]	59 ± 24	67 ± 19	62 ± 19	0,6777
Fluorid [μg]	1169 ± 233	1101 ± 234	1132 ± 194	0,7944
Jód [μg]	498 ± 137	446 ± 83	453 ± 100	0,5234

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty absolutního příjmu v mg (miligramech) nebo μg (mikrogramech) ± směrodatná odchylka.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

P hodnota – ukazatel významnosti modelu se smíšenými efekty

Pro statistické vyhodnocení byl použit model se smíšenými efekty. P hodnota je u každé minerální látky větší než 0,05 (v obou tabulkách), z čehož vyplývá, že v příjmu vybraných minerálních látek nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými obdobími těhotenství.

Příjem minerálních látek byl přepočítán na kilogram hmotnosti vyšetřovaných žen – bez suplementace je znázorněn v tabulce 5, zatímco tabulka 6 zobrazuje průměrný příjem minerálních látek se zahrnutou suplementací. Statisticky vyhodnocen byl opět pomocí modelu se smíšenými efekty a ani v tomto případě nedochází v příjmu minerálních látek mezi obdobími ke statisticky významnému rozdílu.

Tabulka 5: Průměrné hodnoty příjmu vybraných minerálních látek na kilogram hmotnosti vyšetřovaných žen (bez suplementace)

Období				
Minerální látky	G1	G2	G3	P
Sodík [mg/kg]	47 ± 14	42 ± 14	42 ± 10	0,6610
Draslík [mg/kg]	37 ± 2	43 ± 9	44 ± 13	0,6034
Vápník [mg/kg]	13 ± 4	13 ± 4	13 ± 3	0,9463
Hořčík [mg/kg]	5,4 ± 0,8	5,3 ± 1,0	5,3 ± 0,9	0,7771
Fosfor [mg/kg]	22 ± 3	22 ± 5	21 ± 3	0,6002
Železo [mg/kg]	209 ± 33	212 ± 41	209 ± 30	0,8895
Zinek [mg/kg]	153 ± 31	144 ± 33	138 ± 23	0,1267
Měď [mg/kg]	24 ± 3	24 ± 6	23 ± 4	0,2210
Selen [µg/kg]	569 ± 129	740 ± 195	691 ± 189	0,1674
Fluorid [µg/kg]	15 ± 4	14 ± 3	14 ± 3	0,4711
Jód [µg/kg]	4,2 ± 1,1	4,0 ± 1,3	4,0 ± 0,9	0,8516

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka v jednotce mg/kg (miligram na kilogram hmotnosti) nebo µg/kg (mikrogram na kilogram hmotnosti).

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

P hodnota – ukazatel významnosti modelu se smíšenými efekty

Tabulka 6: Průměrné hodnoty příjmu vybraných minerálních látek na kilogram hmotnosti vyšetřovaných žen (se suplementací)

Minerální látky	Období			
	G1	G2	G3	P
Sodík [mg/kg]	47 ± 14	42 ± 14	42 ± 10	0,6436
Draslík [mg/kg]	37 ± 2	43 ± 9	44 ± 13	0,6056
Vápník [mg/kg]	14 ± 4	14 ± 4	14 ± 4	0,9957
Hořčík [mg/kg]	6,8 ± 3,1	6,3 ± 2,3	6,2 ± 2,1	0,0888
Fosfor [mg/kg]	23 ± 4	22 ± 5	21 ± 3	0,4463
Železo [mg/kg]	329 ± 166	507 ± 591	477 ± 421	0,6662
Zinek [mg/kg]	196 ± 102	178 ± 82	148 ± 51	0,1192
Měď [mg/kg]	33 ± 17	28 ± 12	25 ± 9	0,0804
Selen [μg/kg]	782 ± 390	858 ± 333	742 ± 236	0,4516
Fluorid [μg/kg]	15 ± 4	14 ± 3	14 ± 3	0,4711
Jód [μg/kg]	6,5 ± 2,2	5,7 ± 1,6	5,4 ± 1,3	0,2219

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty ± směrodatná odchylka v jednotce mg/kg (miligram na kilogram hmotnosti) nebo μg/kg (mikrogram na kilogram hmotnosti).

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

P hodnota – ukazatel významnosti modelu se smíšenými efekty

7.3 Vliv suplementace na příjem minerálních látek v jednotlivých obdobích těhotenství

Aby bylo možné udělat si představu o tom, zda suplementace v daném období těhotenství příjem konkrétní minerální látky významně zvýšila, bylo třeba porovnat příjem minerálních látek bez suplementace a se suplementací – porovnání se nachází v tabulce č. 7.

Tabulka 7: Porovnání absolutního příjmu minerálních látek během těhotenství (bez suplementace a se suplementací)

Minerální látky	Bez suplementace			Se suplementací		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Sodík [mg]	3603 ± 888	3282 ± 931	3549 ± 858	3607 ± 889	3282 ± 931	3549 ± 858
Draslík [mg]	2864 ± 249	3365 ± 581	3642 ± 1121	2864 ± 249	3369 ± 585	3642 ± 1121
Vápník [mg]	994 ± 249	1032 ± 248	1112 ± 274	1041 ± 256	1056 ± 263	1124 ± 283
Hořčík [mg]	418 ± 44	418 ± 48	447 ± 81	515 ± 176	488 ± 128	516 ± 142
Fosfor [mg]	1722 ± 216	1710 ± 236	1771 ± 212	1758 ± 210	1719 ± 250	1781 ± 226
Železo [mg]	16 ± 3	17 ± 2	18 ± 2	25 ± 10*	38 ± 41*	40 ± 36*
Zinek [mg]	12 ± 2	11 ± 2	12 ± 2	15 ± 6	14 ± 6*	12 ± 4
Měď [mg]	1,9 ± 0,1	1,9 ± 0,5	1,9 ± 0,3	2,5 ± 1,0	2,2 ± 0,7	2,1 ± 0,6
Selen [µg]	45 ± 13	59 ± 13	58 ± 18	59 ± 24	67 ± 19	62 ± 19
Fluorid [µg]	1164 ± 236	1101 ± 234	1132 ± 194	1169 ± 233	1101 ± 234	1132 ± 194
Jód [µg]	326 ± 67	316 ± 80	330 ± 73	498 ± 137*	446 ± 83*	453 ± 100*

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty absolutního příjmu v mg (miligramech) nebo µg (mikrogramech) ± směrodatná odchylka. Zvýrazněné tučně s hvězdičkou jsou statisticky významné rozdíly ($P \leq 0,05$) mezi příjmem bez a se suplementací u výsledků získaných pomocí párového t-testu.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

Porovnání bylo provedeno pomocí párového t-testu. Suplementace statisticky významně zvýšila příjem železa a jódu ve všech obdobích těhotenství. V případě železa během období G1 o víc než 30 % a v období G2 a G3 o víc než 50 %. Suplementací jódu se příjem dané minerální látky zvýšil přibližně o 50 % v období G1 a v období G2 a G3 kolem 40 %. V období G2 suplementace statisticky významně ovlivnila příjem zinku, došlo ke zvýšení o více než 20 %.

7.4 Porovnání průměrného příjmu minerálních látek s DDD

V následujících dvou tabulkách, které vznikly provedením jednovýběrového t-testu, je porovnávána průměrná hodnota příjmu vybraných minerálních látek s DDD během jednotlivých období těhotenství. V tabulce č. 8 jsou obsaženy průměrné hodnoty příjmu bez suplementace, hodnoty nacházející se v tabulce č. 9 zahrnují suplementaci.

Tabulka 8: Porovnání průměrných hodnot příjmu vybraných minerálních látek (vyjádřených v % DDD) během těhotenství (bez suplementace)

Minerální látky	Období					
	G1		G2		G3	
	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu
Sodík	582 ± 144	0,0001	530 ± 150	<0,0001	573 ± 139	<0,0001
Draslík	143 ± 13	0,0001	168 ± 29	<0,0001	182 ± 56	0,0002
Vápník	100 ± 25	0,9649	103 ± 25	0,6481	111 ± 27	0,1673
Hořčík	135 ± 14	0,0006	135 ± 16	<0,0001	144 ± 26	<0,0001
Fosfor	215 ± 27	<0,0001	214 ± 29	<0,0001	221 ± 27	<0,0001
Železo	54 ± 9	<0,0001	56 ± 8	<0,0001	58 ± 7	<0,0001
Zinek	118 ± 15	0,0211	114 ± 21	0,0352	115 ± 18	0,0084
Měď	189 ± 11	<0,0001	192 ± 46	<0,0001	192 ± 26	<0,0001
Selen	75 ± 22	0,0215	97 ± 22	0,6727	97 ± 29	0,7466
Fluorid	117 ± 24	0,1146	110 ± 23	0,1475	113 ± 19	0,0291
Jód	142 ± 29	0,0092	137 ± 35	0,0022	143 ± 32	0,0003

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty příjmu vyjádřených v % DDD ± směrodatná odchylka. Zvýrazněné tučně s hvězdičkou jsou P hodnoty jednovýběrového t-testu u minerálních látek, kde příjem byl statisticky významně nižší ($P \leq 0,05$, příjem v % DDD < 100) než DDD.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

Tabulka 9: Porovnání průměrných hodnot příjmu vybraných minerálních látek (vyjádřených v % DDD) během období těhotenství (se suplementací)

Minerální látky	Období					
	G1		G2		G3	
	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu	příjem [% DDD]	P hodnota t-testu
Sodík	583 ± 144	0,0001	530 ± 150	<0,0001	573 ± 139	<0,0001
Draslík	143 ± 13	0,0001	168 ± 29	<0,0001	182 ± 56	0,0002
Vápník	104 ± 26	0,6734	106 ± 26	0,4579	112 ± 28	0,1391
Hořčík	166 ± 57	0,0216	157 ± 41	0,0003	167 ± 46	0,0002
Fosfor	220 ± 26	<0,0001	215 ± 31	<0,0001	223 ± 28	<0,0001
Železo	82 ± 32	0,1849	127 ± 136	0,4928	133 ± 120	0,3397
Zinek	146 ± 59	0,0805	141 ± 61	0,033	123 ± 36	0,0411
Měď	246 ± 96	0,0069	215 ± 75	0,0001	208 ± 63	<0,0001
Selen	99 ± 39	0,9261	111 ± 32	0,2451	104 ± 32	0,6872
Fluorid	117 ± 24	0,1039	110 ± 23	0,1475	113 ± 19	0,0291
Jód	216 ± 60	0,0021	194 ± 36	<0,0001	197 ± 44	<0,0001

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty příjmu vyjádřených v % DDD ± směrodatná odchylka.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

V tabulce č. 8 jsou tučně vyznačené hodnoty, které jsou významně nižší než DDD. Objevují se u železa ve všech obdobích těhotenství a u selenu v období G1. V případě železa se ženám podařilo dosáhnout pouze necelých 60 % z DDD a příjem selenu odpovídal přibližně 75 % z DDD.

V tabulce č. 9 se tučně zvýrazněné hodnoty nenacházejí. Znamená to, že s pomocí suplementace se ženám buď podařilo dosáhnout DDD, nebo příjem nebyl významně nižší.

Výše uvedené výsledky korespondují se zjištěním, že příjem železa byl během těhotenství bez suplementace nízký, avšak suplementace hodnotu minerálních látek významně zvýšila (viz podkapitola 7.3).

Naopak u některých minerálních látek byl příjem statisticky významně vyšší než DDD (v tabulkách hodnoty, kde P hodnota je menší nebo rovna 0,05 a příjem v % DDD je větší než 100). Konkrétně mezi ně patří sodík, draslík, hořčík, fosfor, zinek, měď a jód, jejichž příjem byl vyšší ve všech obdobích těhotenství, a to jak bez zahrnuté suplementace, tak i včetně ní. V období G3 byl významně vyšší i příjem fluoridu.

Následují tabulky, ve kterých je zaznamenáno, kolik procent žen dosáhlo DDD pro jednotlivé minerální látky a kolik ne (tabulka č. 10 – bez suplementace, tabulka č. 11 – se suplementací).

Tabulka 10: Procentuální zastoupení vyšetřovaných žen, které splnily/nesplnily DDD vybraných minerálních látek (bez suplementace)

Minerální látky	Období					
	G1		G2		G3	
	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]
Sodík	100	0	100	0	100	0
Draslík	100	0	100	0	100	0
Vápník	57	43	62	38	62	38
Hořčík	100	0	100	0	100	0
Fosfor	100	0	100	0	100	0
Železo	0	100	0	100	0	100
Zinek	100	0	77	23	85	15
Měď	100	0	100	0	100	0
Selen	14	86	38	62	46	54
Fluorid	71	29	62	38	77	23
Jód	86	14	77	23	92	8

Počet vyšetřených žen, které splnily/nesplnily DDD, je vyjádřen v procentech, hodnoty jsou zaokrouhleny na celá čísla.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

DDD – doporučená denní dávka

Tabulka 11: Procentuální zastoupení vyšetřovaných žen, které splnily/nesplnily DDD vybraných minerálních látek (se suplementací)

Minerální látky	Období					
	G1		G2		G3	
	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]	splnilo DDD [%]	nesplnilo DDD [%]
Sodík	100	0	100	0	100	0
Draslík	100	0	100	0	100	0
Vápník	57	43	69	31	62	38
Hořčík	100	0	100	0	100	0
Fosfor	100	0	100	0	100	0
Železo	43	57	38	62	54	46
Zinek	100	0	77	23	85	15
Měď	100	0	100	0	100	0
Selen	43	57	54	46	54	46
Fluorid	71	29	62	38	77	23
Jód	86	14	100	0	100	0

Počet vyšetřovaných žen, které splnily/nesplnily DDD, je vyjádřen v procentech, hodnoty jsou zaokrouhleny na celá čísla.

G1 – průměrně 24. GT

G2 – průměrně 30. GT

G3 – průměrně 37. GT

DDD – doporučená denní dávka

Sodík

Všem ženám se i bez suplementace podařilo dosáhnout přibližně pětinasobku hodnoty DDD sodíku ve všech obdobích gravidity. Suplementace příjem minerální látky významně neovlivnila.

Draslík

V případě draslíku všechny ženy rovněž splnily DDD i bez zahrnuté suplementace. Suplementací nedošlo k významnému zvýšení příjmu draslíku.

Vápník

Přibližně dvě třetiny žen splnily DDD – bez suplementace i včetně ní. Stejně jako v případě sodíku a draslíku, suplementace neměla významný vliv na příjem.

Hořčík

Příjem hořčíku bez suplementace byl vyšší než DDD u všech žen po celé období těhotenství. Suplementace příjem hořčíku o 20–30 % zvýšila, nejvýraznější zvýšení bylo zaznamenáno v období G1.

Fosfor

Ženám se i bez suplementace podařilo dosáhnout více než dvojnásobku DDD. Suplementace příjem minerální látky příliš nezvýšila.

Železo

Bez suplementace se nepodařilo žádné ženě ani v jednom období dosáhnout DDD. Se suplementací splnilo v období G1 DDD železa 43 % žen, v období G2 38 % žen a v období G3 54 % žen. Suplementace významně zvýšila příjem železa, zejména v období G3.

Zinek

Všechny ženy splnily DDD zinku i bez suplementace. Suplementace na příjem minerální látky měla vliv, v období G1 a G2 příjem narostl téměř o 30 %.

Měď

Ženy i bez suplementace dosáhly DDD, se započítanou suplementací příjem mědi činil dokonce více než dvojnásobek. Nejvýznamněji suplementace ovlivnila příjem v období G1, kdy se zvýšil téměř o 60 %.

Selen

DDD selenu splnilo bez suplementace v období G1 pouze 14 % žen, v období G2 38 % žen a v období G3 46 %. Suplementace dopomohla k tomu, aby během všech období dosáhla DDD přibližně polovina žen (v období G1 byl počet žen, které splnily DDD, 43 %, v období G2 a G3 54 %). Doplňky stravy tedy měly na příjem selenu vliv, v období G1 se příjem zvýšil skoro o 30 %.

Fluorid

V případě fluoridu se podařilo dosáhnout DDD bez suplementace 71 % žen během období G1, během období G2 62 % a během období G3 77 %. Suplementace na příjem fluoridu neměla žádný významný vliv.

Jód

Bez zahrnutí suplementace se DDD jódu podařilo splnit 86 % žen v období G1, 77 % v období G2 a 92 % v období G3. S pomocí suplementace dosáhly DDD v období G2 a G3 všechny vyšetřované ženy, v období G1 nesplnila DDD pouze jedna žena. Nejvýznamněji suplementace ovlivnila příjem jódu v období G1.

8. DISKUSE

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení příjmu vybraných minerálních látek u skupiny těhotných žen z České republiky a následné porovnání průměrné hodnoty příjmu s DDD. Dalším cílem bylo sledování, zda se jejich příjem v jednotlivých obdobích gravidity liší, posouzení, jak vysokou roli v příjmu minerálních látek sehraává suplementace, a stanovení procentuálního podílu žen, které nesplňovaly DDD.

Při vyhodnocování výsledků je třeba vzít v potaz, že získaná data mohou být zatížena subjektivní chybou. Odchylky mohou být zapříčiněny nesprávným vyplňováním dotazníku – uvedení nepravdivých údajů, zaznamenání nepřesné hmotnosti potravin nebo zapomenutí některé položky nebo suplementu. Nepřesnosti mohly vzniknout i během vyhodnocování dotazníků. Databáze potravin v programu NutriDan neobsahovala všechny potraviny a nebylo možné je do něj přidat, proto bylo třeba nahradit je jinými nutričně podobnými potravinami.

Dále je třeba zmínit fakt, že data byla získávána od vzorku těhotných žen příliš malého na to, aby bylo možné generalizovat a vztahovat výsledky na celou populaci.

Průměrný příjem sodíku byl i bez zahrnutí suplementace ve všech období těhotenství přibližně pětinásobný v porovnání s DDD. DDD sodíku dosáhly všechny ženy. Z těchto výsledků vyplývá, že prostřednictvím pestré stravy není problém doporučené hodnoty sodíku dosáhnout.

Je třeba zamyslet se nad tím, že zvýšený příjem sodíku může mít negativní vliv na zdraví matky i dítěte. Je totiž spojován se zvýšením krevního tlaku, který má souvislost s výskytem či rozvojem PE a gestační hypertenze (Stránský a Stránská, 2018; Bednář a Vranová, 2011).

Podle doporučení WHO je bezpečná hranice příjmu sodíku pod 2000 mg denně (WHO, 2012). Průměrný denní příjem žen byl 3607 mg v období G1, 3282 mg v období G2 a v období G3 3549 mg (jedná se o celkový příjem včetně suplementů, které v případě sodíku příjem významně nezvýšily). Příjem sodíku u žen byl tedy vyšší, než je bezpečné.

Příjmem minerálních látek (včetně sodíku) u těhotných žen se zabývaly i další studie. Australská studie (Blumfield et al., 2013) hodnotila příjem minerálních látek ve vyspělých zemích napříč všemi kontinenty, porovnávala data z 62 studií. Průměrný příjem sodíku činil 3168 mg/den. Ve švédské studii (Forsby et al., 2024), které se účastnilo 95 žen, byla průměrná hodnota příjmu 2800 mg/den. Výsledkem české studie byl průměrný příjem přibližně 4481 mg/den (Sovišová, 2010), závěrem studie provedené o několik let později (Najpaverová, 2021) byly průměrné hodnoty pohybující se během všech období těhotenství mezi 2762 mg/den a 2934 mg/den.

S přihlédnutím na výše uvedené výsledky lze konstatovat, že těhotné ženy obecně přijímají vyšší dávky sodíku, než je doporučeno (DDD dle Stránského a Stránské (2018) činí přibližně 619 mg). Vzhledem k faktu, že v každé studii zmíněné v předchozím odstavci byl průměrný příjem významně vyšší, je možné považovat výsledek této studie za očekávatelný. DDD sodíku dokážou těhotné ženy

dosáhnout prostřednictvím pestré stravy, není třeba suplementace. Naopak by bylo přínosné příjem sodíku ve stravě snížit.

Průměrný příjem draslíku byl i bez suplementace vyšší než DDD (podle Stránského a Stránské (2018) je DDD draslíku stanovena na 2000 mg). Stejně jako v případě sodíku stačila k dosažení doporučeného množství draslíku konzumace pestré stravy.

Ženy během období těhotenství přijaly průměrně 2864 mg v období G1, 3369 mg v období G2 a v období G3 3642 mg draslíku denně (ve zmíněných hodnotách je zahrnutá suplementace, která, stejně jako u sodíku, neměla na příjem významný vliv), což je v porovnání s DDD více přibližně o 43 % v období G1, v období G2 o 68 % a v období G3 o 82 %.

Průměrný příjem draslíku v australské studii (Blumfield et al., 2013) činil 2951 mg/den, ve švédské studii (Forsby et al., 2024) 3300 mg/den a v případě české studie ženy přijímaly průměrně 3976 mg denně (Sovišová, 2010). Výsledek české studie provedené o několik let později (Najpaverová, 2021) byly průměrné hodnoty pohybující se během všech období těhotenství mezi 3121 mg/den a 3382 mg/den.

Všechny zmíněné studie prokázaly, že těhotné ženy obecně přijímají vyšší dávky draslíku, než je DDD 2000 mg, a k dosažení doporučeného příjmu není třeba suplementace. Několika studiemi bylo prokázáno, že i výrazně vyšší příjem (až 4700 mg) může být prospěšný a mimo jiné přispívá ke snížení hladiny krevního tlaku (Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate, 2005, s. 187), proto výsledky lze považovat za příznivé. Hodnoty příjmu draslíku ve studiích zmíněných v předchozím odstavci se výrazně neliší od této studie, proto je možné považovat výsledek za předvídatelný.

Průměrný příjem vápníku (se zahrnutou suplementací, která na výsledek neměla výrazný vliv) se významně neliší od DDD 1000 mg (Stránský a Stránská, 2018), v období G1 téměř odpovídal DDD (asi 994 mg/den), v období G2 a G3 byl mírně zvýšený (v G2 asi 1032 mg/den a v G3 přibližně 1112 mg/den). Je však třeba zmínit, že doporučené hodnoty dosáhly pouze přibližně dvě třetiny žen.

V australské studii ženy průměrně přijaly 1040 mg/den, ve švédské studii (Forsby, 2024) přibližně 1029 mg/den. Polská studie (Kocylowski et al., 2018), které se účastnilo 108 těhotných žen, porovnávala příjem vápníku se suplementací a bez. Dospěla k výsledkům průměrně 838,5 mg/den bez suplementace a se suplementací 885,3 mg/den. Závěrem nizozemské studie (Willemse et al., 2020) bylo, že těhotné ženy přijímají průměrně 886 mg/den včetně suplementace. Britská studie (Cormick et al., 2019) porovnávala příjem vápníku u žen napříč 37 zeměmi světa a výsledkem studie byla průměrná hodnota 948 mg/den. V případě české studie publikované roku 2010 (Sovišová, 2010) ženy dosáhly příjmu 1110 mg/den, výsledek studie zveřejněné o jedenáct let později (Najpaverová, 2021) byl průměrný příjem v rozmezí 991 až 1027 mg/den.

Z výsledků některých studií vyplývá, že těhotné ženy během těhotenství nepřijímají dostatek vápníku. Průměrné hodnoty příjmu vápníku v této studii jsou vyšší než u tří zahraničních studií a jak bylo uvedeno výše, výrazně se neliší od DDD. Tento závěr je pozitivní. Přesto je třeba připomenout,

že ne všechny ženy doporučeného množství dosáhly. Vzhledem k tomu, že suplementace vápníku celkový příjem významně neovlivnila, by bylo vhodné množství této minerální látky v suplementech zvýšit. Suplementace je doporučena i z toho důvodu, že může zabránit rozvoji hypertenzních poruch (Cormick et al., 2019).

Průměrný příjem hořčíku byl po celé období vyšší než DDD 310 mg (Stránský a Stránská, 2018). V období G1 činil celkový příjem včetně suplementace přibližně 515 mg/den (o 66 % vyšší než DDD), v období G2 488 mg/den (o 57 % vyšší než DDD) a v období G3 516 mg/den (o 67 % vyšší než DDD). Suplementace zvýšila příjem hořčíku asi o 20–30 % DDD, avšak k dosažení doporučené hodnoty nebyla potřeba. Všechny ženy DDD hořčíku totiž dosáhly i bez zahrnutí doplňků stravy.

Již zmíněná polská studie (Kocyłowski et al., 2018) porovnávala příjem hořčíku se suplementací a bez ní, výsledek studie byl asi 271,5 mg/den bez suplementace a se zahrnutou suplementací 326,5 mg/den. Švédská studie (Forsby et al., 2024) dospěla k průměrné hodnotě 331 mg/den, česká studie publikovaná roku 2010 (Sovišová, 2010) k průměrné hodnotě 444 mg/den a ženy účastníci se druhé české studie (Najpaverová, 2021) dosáhly průměrného příjmu v rozmezí 391 až 422 mg/den.

Příjem hořčíku žen z této studie je překvapivě o něco vyšší, než je průměrný příjem minerální látky výše zmíněných studií. Ženy během gravidity přijímaly doplňky stravy obsahující hořčík, ačkoliv měly hořčíku dostatek. V tomto případě suplementace nebyla nutná. Výsledky studií potvrdily, že DDD hořčíku lze dosáhnout prostřednictvím pestré stravy a plošná suplementace hořčíku není potřebná.

Průměrný příjem fosforu během celého těhotenství odpovídal více než dvojnásobku DDD (podle Stránského a Stránské (2018) je DDD stanovena na 800 mg). Celkový denní příjem (včetně suplementace, která příjem výrazně nezvýšila) fosforu činil 1758 mg v období G1, 1719 mg v období G2 a v období G3 1781 mg. Všechny ženy DDD i bez suplementace dosáhly.

DDD splnily i ženy z jiných studií. Průměrný příjem fosforu v australské studii (Blumfield et al., 2013) byl asi 1411 mg/den, v případě českých studií byl výsledek příjmu přibližně 1804 mg/den (Sovišová, 2010) a rozmezí hodnot 1680 až 1772 mg/den (Najpaverová, 2021).

Na základě výsledků ze všech čtyř studií lze říci, že potíže s deficitním příjmem fosforu ve stravě nebývají příliš časté, ženy mají naopak fosforu nadbytek. EFSA odmítla stanovit horní hranici bezpečného příjmu fosforu, nicméně organizace Food and Nutrition Board tolerovatelnou horní úroveň příjmu roku 1997 stanovila, a to na 4000 mg/den (Uribarri a Calvo, 2017). V žádné studii tuto dávku ženy nepřekročily.

Ženy tedy obecně prostřednictvím pestré stravy přijímají nadbytek fosforu, ten by však jejich zdravotní stav neměl nijak zásadně ovlivňovat. Přesto lze doporučit příjem fosforu snížit. Suplementace v případě této minerální látky není nutná. Výsledky této studie se významně nelišily od výsledků ostatních zmíněných studií.

Průměrný příjem železa bez suplementace činil přibližně 50–60 % DDD, která je stanovena na 30 mg (Stránský a Stránská, 2018). Prostřednictvím stravy se tedy žádné ženě nepodařilo dosáhnout doporučené hodnoty. Suplementace příjem železa významně zvýšila, v období G2 a G3 byla hodnota průměrného příjmu se zahrnutou suplementací víc než dvojnásobná oproti hodnotě bez ní. Ženy denně průměrně přijaly celkem 25 mg v období G1, 38 mg v období G2 a v období G3 40 mg (v celkovém příjmu je zahrnutá i suplementace). DDD splnilo v období G1 43 % žen, v období G2 38 % žen a v období G3 54 % žen.

Ženy v australské studii dosáhly celkového příjmu 12,6 mg/den a ve švédské studii (Forsby et al., 2024) přibližně 11 mg/den. Výsledné hodnoty polské studie (Kocylowski et al., 2018) jsou 10,5 mg/den bez suplementace a 30,1 mg/den včetně ní. Dánská studie (Milman, 2020) hodnotila příjem železa ve 14 evropských zemích. Příjem železa kolísal mezi 8,3–15,4 mg/den s odhadovanou střední hodnotou 10–11 mg/den. Španělsko, Bosna a Hercegovina a Polsko uvedly příjem 8,3–10,1 mg/den, Chorvatsko, Velká Británie, Norsko a Finsko příjem 10,2–11,4 mg/den a Německo, Portugalsko, Česká republika a Řecko příjem 12,2–15,4 mg/den. V případě českých studií byl průměrný příjem železa přibližně 16,6 mg/den (Sovišová, 2010) a v rozmezí hodnot 16,0 až 16,3 mg/den (Najpaverová, 2021).

Všechny zmíněné studie potvrdily skutečnost, že nedostatečný příjem železa ze stravy je v těhotenství velmi častý problém, výsledek této studie proto není překvapivý. Dokazuje, že pro dosažení DDD je potřeba železo suplementovat a že suplementy tvoří významnou část denní dávky železa.

Dalším aspektem, který je třeba zvážit, je potenciálně snížená absorpce železa. Absorpce doplňků železa je ovlivněna tím, o jakou konkrétní formu železa se jedná, dále záleží na načasování dávky v závislosti na jídle (zdali se podává s jídlem nebo nalačno) a jestli je železo podáváno samotné, nebo s jinými vitaminy a léčivými (Institute of Medicine, 1990). Jedná se o široké téma a v této diplomové práci není prostor na to věnovat se mu do hloubky, nicméně za zmínku stojí potenciální snížení vstřebávání železa vlivem užívání omeprazolu, který během těhotenství užívalo přibližně 20 % žen.

Omeprazol patří do skupiny léčiv s názvem inhibitory protonové pumpy. Jsou to léčiva, která inhibují funkci protonové pumpy, čímž se snižuje žaludeční sekrece. Užívají se mimo jiné k léčbě pyrózy, kterou těhotné ženy často trpí. Důsledkem snížené žaludeční sekrece a zvýšenému pH žaludku může docházet ke snížené absorpci organického i anorganického železa (Špičák, 2013). Znamená to, že byť se některým ženám teoreticky podařilo DDD dosáhnout (přesné procento je uvedeno výše), množství vstřebaného železa by ve skutečnosti mohlo být vlivem současného užívání omeprazolu o něco nižší. Jedná se však pouze o teorii. Ženy v dotazníku vyplňovaly, jaká léčiva užívají, nerozepisovaly však, jak dlouho je braly ani s jakým časovým odstupem od doplňků stravy.

Průměrný příjem zinku (bez suplementace) byl během celého těhotenství vyšší než DDD (která je podle Stránského a Stránské (2018) stanovena na 10 mg) o přibližně 14–18 %. Suplementace

příjem zinku zvýšila, v období G1 a G2 dokonce téměř o 30 %. Ženy denně průměrně přijaly (se zahrnutím suplementace) 15 mg v období G1, 14 mg v období G2 a v období G3 12 mg.

Přestože průměrné hodnoty jsou vyšší než DDD, všechny ženy DDD dosáhly pouze v období G1. V období G2 splnilo DDD 77 % žen a v období G3 85 % žen – na tomto výsledku zahrnutí suplementace nic nemění.

Příjmem zinku v období těhotenství se zabývala i již zmíněná australská studie (Blumfield et al., 2013), ve které ženy dosáhly průměrného příjmu 10,5 mg/den. V polské studii (Kocylowski et al., 2018) příjem bez suplementace činil 10,5 mg/den a se suplementací se zvýšil na 12,7 mg/den. České studie dospěly k výsledkům přibližně 10,88 mg/den (Sovišová, 2010) a v rozmezí hodnot 10,3 až 11,1 mg/den (Najpaverová, 2021).

Výsledek této studie je o něco vyšší než ostatních studií. Přestože se dá na základě hodnot zkonstatovat, že ženy průměrně přijímají z pestré stravy dostatek zinku a plošná suplementace proto není nutná, zároveň nám tato studie dokazuje, že ne každý DDD dosáhne. Proto je třeba dbát na pestrou stravu a zinek případně doplnit s pomocí doplňků stravy.

Některé zdroje (Mousa, Naqash a Lim, 2019; Santander Ballestín et al., 2021) uvádějí, že přibližně 82 % těhotných žen má nedostatečný příjem zinku. Příznivé je, že v této studii bylo žen, které nepřijímaly dostatek zinku, podstatně méně.

Průměrný příjem mědi byl i bez suplementace vyšší než DDD (stanovená podle Stránského a Stránské (2018) na 1,0 mg) asi o 90 %. Se započítanou suplementací činil denní průměrný příjem mědi dokonce více než dvojnásobek DDD – 2,5 mg v období G1, 2,2 mg v období G2 a v období G3 2,1 mg. V období G1 suplementace zvýšila příjem téměř o 60 %. Všechny ženy DDD dosáhly.

Ženy z australské studie (Blumfield et al., 2013) přijímaly průměrně 1,4 mg mědi/den a ženy z polské studie (Kocylowski et al., 2018) průměrně 1,2 mg/den bez suplementace a se suplementací 1,6 mg/den. Průměrný příjem žen z českých studií byl nepatrně vyšší – 1,95 mg/den v případě studie publikované roku 2010 (Sovišová, 2010) a v rozmezí hodnot 1,7 až 1,8 mg/den v případě studie publikované roku 2021 (Najpaverová, 2021).

Podle výsledků ze všech uvedených studií vyplývá, že ženy během těhotenství nemají potíže dosáhnout DDD čistě jen prostřednictvím stravy a užívání suplementů není potřebné. Hodnoty průměrného příjmu mědi z této studie byly o něco vyšší než hodnoty ostatních studií, k horní hranici bezpečného příjmu stanovené na 10 mg/den (National Institutes of Health, 2022) mají však daleko.

Průměrný příjem selenu bez zahrnutí suplementace byl v období G1 nižší než DDD (60 µg podle Stránského a Stránské (2018)) asi o 25 %, v období G2 a G3 činila hodnota průměrného příjmu selenu přibližně 97 % DDD. Suplementace příjem selenu ovlivnila, v období G1 se hodnota zvýšilo skoro o 25 %. Ženy tedy denně průměrně přijaly 59 µg v období G1, 67 µg v období G2 a v období G3 62 µg.

Přestože průměrný výsledek se během celého těhotenství výrazně neliší od DDD, ne všechny ženy DDD dosáhly. Bez suplementace splnilo DDD pouze 14 % žen v období G1, 38 % žen v období

G2 a 46 % žen v období G3, se zahrnutím suplementace dosáhlo DDD v období G1 43 %, v období G2 57 % a v období G3 54 %. Suplementace tedy v případě této studie pomohla ženám k dosažení doporučené hodnoty, nicméně i tak je třeba dodat, že přibližně polovina žen přijímala nedostatečné množství selenu.

Příjmem selenu se zabývala norská studie (Modzelewska et al., 2021). Přibližně 33 % žen uvedlo, že během studie užívaly doplňky stravy. Ženy, které přijímaly selen z doplňků stravy, dosáhly stejného průměrného příjmu selenu z potravy (54 µg/den), jako ženy, které suplementy nežívaly. Suplementace vedla k podstatně vyššímu celkovému příjmu selenu – ten činil průměrně 102 µg. Výsledkem australské studie (Blumfield et al., 2013) byla hodnota 53,5 µg/den. Průměrný příjem selenu v českých studiích byl přibližně 79 µg/den (Sovišová, 2010) a v rozmezí hodnot 45,8 až 48,9 µg/den (Najpaverová, 2021).

Vzhledem k velkému rozptylu hodnot ve výše uvedených studiích je těžké dojít k jasnému závěru. Ve dvou studiích (Modzelewska et al., 2021; Sovišová, 2010) je celkový příjem selenu významně vyšší, než je DDD. Ze zbylých studií (Blumfield et al., 2013; Najpaverová, 2021) včetně této studie vyplývá, že pro některé jedince může být příjem selenu pouze ze stravy nedostatečný a suplementace je k dosažení DDD potřebná.

Průměrný příjem fluoridu je přibližně o 10–17 % vyšší než DDD (stanovena podle Stránského a Stránské (2018) na 1000 µg). Suplementace celkovou hodnotu příjmu významně neovlivnila. Ženy denně přijaly celkem 1169 µg v období G1, 1101 µg v období G2 a v období G3 1132 µg.

I když průměrná hodnota příjmu není výrazně odlišná od DDD, stejně jako v případě selenu jí nedosáhly všechny ženy. V období G1 DDD splnilo 71 % žen, v období G2 62 % a v období G3 77 % žen.

Závěrem mexické studie, která se příjmem fluoridu v těhotenství zabývala (Castiblanco Rubio, 2021), byl průměrný příjem 690 µg/den. Kanadské studie (Green et al., 2019) se účastnilo 162 těhotných žen, které měly přístup k fluoridované vodě. Jejich průměrný příjem fluoridu činil 930 µg/den. Výsledkem české studie (Najpaverová, 2021) je rozmezí hodnot 1151–1169 µg/den.

Příjem žen této studie se výrazně neliší od výsledku zmíněné české studie. V obou případech je hodnota průměrného příjmu mírně zvýšená. Dalo by se očekávat, že vyšší příjem fluoridu budou mít spíše ženy z Mexika a Kanady, které, na rozdíl od českých žen, pily fluoridovanou vodu.

EFSA uvádí jako horní hranici pro příjem fluoridu hodnotu 120 µg/kg tělesné hmotnosti (Stránský a Stránská, 2018). Průměrná hmotnost žen se pohybovala mezi 78–84 kilogramy, horní hranice příjmu fluoridu by pro ně byla přibližně 9360–10080 µg/den. Těto hranice ženy nedosahují, z čehož vyplývá, že dávka fluoridu, kterou průměrně přijímají, je považována za bezpečnou.

Průměrný příjem jódu byl i bez zahrnutí suplementace dostatečný, DDD (stanovené na 230 µg podle Stránského a Stránské (2018)) převyšoval přibližně o 40 %. Suplementace měla na příjem jódu významný vliv, celkový průměrný příjem za den činil u žen 498 µg (216 % DDD) v období G1,

446 µg (194 % DDD) v období G2 a v období G3 453 µg (197 % DDD). Průměrně tedy ženy přijaly přibližně dvojnásobek DDD.

I bez suplementace se podařilo DDD splnit větší části žen (88 % žen v G1, 77 % žen v G2 a 92 % v období G3), s pomocí doplňků stravy dosáhly DDD všechny ženy s výjimkou období G1, ve kterém se to nepodařilo jedné ženě.

EFSA udává pro příjem jódu horní hranici 600 µg, Americký institut medicíny definoval tolerovatelnou horní hranici denního příjmu jódu jako 1100 µg/den (u všech dospělých včetně těhotných žen) a WHO uvedla, že za nadměrný denní příjem jódu během těhotenství považuje hodnotu nad 500 µg (Alexander et al., 2017). Hodnoty vyšší než 500 µg dosáhlo během období G1 71 % žen a během období G2 a G3 31 % žen. Vyšší příjem jódu může u matky i plodu způsobit poruchy štítné žlázy (Stránský a Stránská, 2018). Co se týče extrémně nízkého příjmu jódu, je za kritickou hodnotu považován příjem 150 µg/den (Delange, 2007). Žádná žena nedosáhla takto nízké hodnoty příjmu.

Příjmem jódu během těhotenství se zabývala řada dalších studií. Většina z nich však neporovnávala denní příjem ženy s DDD, ale vycházela z koncentrace jódu (v µg/l) v moči. Výsledkem čínské studie (Liu et al., 2022), které se účastnilo 300 žen, bylo, že medián hodnot se sice pohyboval v normálním rozmezí, ale nedostatkem jódu trpělo v jednotlivých obdobích těhotenství 32 % (první trimestr), 30 % (druhý trimestr) a 18 % (třetí trimestr) žen. Nižší příjem byl pozorován v turecké studii (Akin a Marakoğlu, 2024). Celkový medián hladin jódu v moči byl 91,90 µg/l, nedostatek jódu (<150 µg/l) byl zaznamenán asi u 79 % z 395 žen a těžký nedostatek jódu (0–49 µg/l) nastal asi u 10 % žen. Výsledkem již zmíněné australské studie (Blumfield et al., 2013) je 277 µg/den. České ženy dosáhly hodnot 96,63 µg/den v případě studie Sovišové (2010) a v případě studie Najpaverové (2021) se hodnoty během období těhotenství pohybovaly kolem 70 µg/den.

Výsledky studií se od sebe navzájem liší. Jedním z důvodů může být odlišný přístup k potravinám bohatých na jód. Nižší příjem jódu lze očekávat u žen, které konzumují méně často mořské ryby (např. ženy z vnitrozemských států), a žen žijících v oblastech, kde není rozšířená jodizace soli. Jedná se však pouze o domněnky.

Na základě výše zmíněných studií lze konstatovat, že deficit jódu bývá u těhotných žen častý. Podle některých studií (Harding et al., 2017; Croce et al., 2023) suplementace vedla k neprůkazným výsledkům. Podle Adamse et al. (2021) je suplementace jódu vysoce doporučena.

Většina žen z této studie přijímala dostatek jódu i bez pomoci suplementace. Celkový příjem včetně suplementace dosahoval přibližně dvojnásobku doporučené hodnoty a v případě některých žen byl příjem dokonce vyšší, než je horní tolerovatelná hranice. Důvodem je pravděpodobně vysoký příjem jodizované soli a užívání doplňků stravy, které příjem minerální látky výrazně zvýšily.

Výsledky studie nejsou ideální. Příjem soli by bylo vhodné snížit jak z důvodu vysokého příjmu sodíku, tak i kvůli vysokému příjmu jódu. Suplementace se v tomto případě jeví jako nadbytečná a nelze ji plošně doporučit. Vhodnější by bylo zařadit do jídelníčku potravinu bohaté

na jód, např. mořské ryby, které jsou mimo jiné také dobrým zdrojem omega-3 nenasycených mastných kyselin (Hronek a Barešová, 2012, s. 37).

Na druhou stranu je v tomto případě třeba dodat, že příjem jódu mohl být u žen o něco nižší. Při vyhodnocování jídelníčků se vycházelo z předpokladu, že sůl v pokrmech byla jodizovaná, protože se v dnešní době používá nejčastěji. Lze však připustit, že ženy konzumovaly i sůl neobohacenou o jód a hodnota příjmu jódu se pohybovala v tolerovatelných mezích.

Cíl studie byl splněn. Průměrný příjem minerálních látek nebyl výrazně nižší než v případě studií, se kterými byl porovnáván, což je bezpochyby pozitivním zjištěním.

Výsledky naznačují, že u některých posuzovaných minerálních látek (sodík, draslík, hořčík, fosfor, měď) lze dosáhnout DDD jen prostřednictvím pestré stravy. Příznivé zjištění je to zejména u hořčíku, protože dietní průzkumy v USA a Evropě prokázaly, že lidé obecně přijímají hořčíku nedostatek (Fanni et al., 2021). Pro snížení rizika výskytu arteriální hypertenze by bylo vhodné snížit příjem sodíku.

Pozitivní informací je, že většina žen dosáhla bez suplementace i DDD jódu. Nicméně, důvodem vysokého příjmu této minerální látky je především vyšší příjem jodizované soli a užívání suplementů. Denní příjem se tak u některých žen dostal až nad doporučenou bezpečnou horní hranici. Aby se předcházelo riziku vzniku poruch štítné žlázy u matek i dětí, bylo by vhodné konzumaci soli omezit a jód přijímat spíše z nutričně bohatších zdrojů.

Ne všechny vyšetřované ženy dosáhly během celého těhotenství DDD vápníku, zinku, selenu a fluoridu – v případě těchto minerálních látek by tedy mohlo být prospěšné přidat k pestré stravě i doplňky stravy (v případě fluoridu spíše zvýšit množství fluoridu ve stravě).

Dále studie potvrdila, že ženy často přijímají nedostatečné množství železa. Suplementace je v tomto případě vysoce doporučena. Nepříliš pozitivním zjištěním je, že i navzdory zvýšení příjmu minerální látky pomocí suplementů byla celková hodnota v porovnání s DDD stále nedostatečná.

9. ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhodnocení příjmu vybraných minerálních látek během období těhotenství. Sledovali jsme změnu příjmu jednotlivých minerálních látek během jednotlivých období gravidity, dále jsme průměrné hodnoty příjmu porovnávali s DDD a zjišťovali jsme podíl žen, které DDD nedosáhly. Příjem minerálních látek jsme vyhodnotili bez suplementace i s jejím započítáním a posuzovali jsme, zda suplementy příjem významně zvýšily. Získané výsledky jsme porovnali s existujícími studiemi, které se dané problematiky týkají.

Zjistili jsme, že příjem žádné minerální látky se mezi jednotlivými obdobími statisticky významně nezvýšil.

Vyšetřované ženy dosáhly DDD sodíku, draslíku, hořčíku, fosforu a mědi ve všech obdobích gravidity i bez zahrnutí suplementace. Větší část žen dosáhla také DDD vápníku, zinku, fluoridu a jódu i bez započítání suplementů. Naopak většina žen nezvládla bez suplementace splnit DDD selenu, v případě železa se to nepodařilo dokonce ani jedné z žen.

Suplementace nejvýznamněji ovlivnila příjem železa a jódu ve všech obdobích těhotenství a v období G2 rovněž významně zvýšila i příjem zinku. Vliv naopak neměla na příjem sodíku, draslíku, vápníku, fosforu a fluoridu.

Lze konstatovat, že příjem většiny minerálních látek byl u těhotných žen dostatečný, avšak suplementace má velký význam zejména u železa. Doporučit lze také u selenu.

10. POUŽITÉ ZKRATKY

ATP	<i>adenosine triphosphate</i> – adenosintrifosfát
BMI	<i>Body Mass Index</i> – index tělesné hmotnosti; [kg·m ⁻²]
DDD	denní doporučená dávka
DGE	<i>Deutsche Gesellschaft für Ernährung</i> – Německá společnost pro výživu
DM	diabetes mellitus
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> – Evropský úřad pro bezpečnost potravin
GDM	gestační diabetes mellitus
GPx	<i>glutathione peroxidase</i> – glutathionperoxidáza
GT	gestační týden
ÖGE	<i>Österreichische Gesellschaft für Ernährung</i> – Rakouská společnost pro výživu
PE	preeklampsie
RDA	recommended daily allowance
SGE	<i>Schweizerische Gesellschaft für Ernährung</i> – Švýcarská společnost pro výživu
WHO	<i>World Health Organization</i> – Světová zdravotnická organizace

11. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Hodnoty doporučené denní dávky (DDD) v období těhotenství pro vybrané minerální látky uvedené v mg (miligramech)	42
Tabulka 2: Průměrné hodnoty vybraných antropometrických parametrů (hmotnost a BMI) vyšetřovaných žen	44
Tabulka 3: Průměrné hodnoty absolutního příjmu vybraných minerálních látek během jednotlivých období těhotenství (bez suplementace)	45
Tabulka 4: Průměrné hodnoty absolutního příjmu vybraných minerálních látek během jednotlivých období těhotenství (se suplementací)	45
Tabulka 5: Průměrné hodnoty příjmu vybraných minerálních látek na kilogram hmotnosti vyšetřovaných žen (bez suplementace)	46
Tabulka 6: Průměrné hodnoty příjmu vybraných minerálních látek na kilogram hmotnosti vyšetřovaných žen (se suplementací)	47
Tabulka 7: Porovnání absolutního příjmu minerálních látek během těhotenství (bez suplementace a se suplementací).....	48
Tabulka 8: Porovnání průměrných hodnot příjmu vybraných minerálních látek (vyjádřených v % DDD) během těhotenství (bez suplementace).....	49
Tabulka 9: Porovnání průměrných hodnot příjmu vybraných minerálních látek (vyjádřených v % DDD) během období těhotenství (se suplementací)	49
Tabulka 10: Procentuální zastoupení vyšetřovaných žen, které splnily/nesplnily DDD vybraných minerálních látek (bez suplementace)	50
Tabulka 11: Procentuální zastoupení vyšetřovaných žen, které splnily/nesplnily DDD vybraných minerálních látek (se suplementací)	51

12. SEZNAM PŘÍLOH

12.1 Příloha 1 – Nevyplněný dotazník

Těhotné

Příjmení a jméno:

Týden těhotenství:

Rodné číslo:

Zaměstnání:

Léčím se s:

Užívám doplňky výživy, vitamíny apod.
- rozepsat název (včetně síly, případně lékové formy), výrobce, jak užíváte (dávkování), jak dlouho užíváte:

Výška (cm):

Aktuální hmotnost (kg):

Celkový tuk (%):

Klidový energetický výdej – měřený (kcal):

Klidový energetický výdej – měřený (kJ):

Klidový energetický výdej – predikce (kcal):

Den v týdnu:				Datum:			
Činnost	Trvání (hod,min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce,ks, g,ml)	Činnost	Trvání (hod,min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce,ks, g,ml)
Spánek		Sn		Spánek		Sn	
Hygiena				Hygiena			
Příprava jídla				Příprava jídla			
Konzumace jídla				Konzumace jídla			
Úklid (obecně/druh)		Sv		Úklid (obecně/druh)		Sv	
Zaměstnání (druh práce)				Zaměstnání (druh práce)			
Doprava (řízení/vezení se)				Doprava (řízení/vezení se)			
Odpočinek		O		Odpočinek		O	
Návštěva				Návštěva			
Mytí nádobí				Mytí nádobí			
Sport (druh)				Sport (druh)			
Úřady/Lékař				Úřady/Lékař			
Sledování TV				Sledování TV			
Práce na počítači		Sv		Práce na počítači		Sv	
Pohlavní styk				Pohlavní styk			
Čtení				Čtení			
Nákup		Ve		Nákup		Ve	
Procházka/venčení psa				Procházka/venčení psa			
Jiné (druh)				Jiné (druh)			

Celkem: 24 hodin (1440 minut)

Sn-snídaně O-oběd
Sv-svačina Ve-večeře

Celkem: 24 hodin (1440 minut)

Sn-snídaně O-oběd
Sv-svačina Ve-večeře

12.2 Příloha 2 – Vyplněný dotazník

Těhotné	
Příjmení a jméno:	
Týden těhotenství:	22 - 23
Rodné číslo:	
Zaměstnání:	
Léčím se s:	2EPFLUX
Užívám doplňky výživy, vitamíny apod. - rozepsat název (včetně síly, případně lékové formy), výrobce, jak užíváte (dávkování), jak dlouho užíváte:	<p>SUPERFOLIN 2 (GMPHE 'MINKO) - 1x 2g 2xg dně, 1TABLETA + 1 KAPSE , OD 13. TÝDNE TĚHOTENSTVÍ"</p> <p>FENIBOLU 2 (MERCK) - 1x 2g 2xg dně , 1TABLETA + 1 KAPSE , OD 13. TÝDNE TĚHOTENSTVÍ"</p> <p>(DO 13. TÝDNE FENIBOLU 1 a SUPERFOLIN 1 - 3TĚDNE POŠKEDU 1</p> <p>BIOPRON 9 (WAZHARK) - 1x 2x 2x 2x</p>
Výška (cm):	
Aktuální hmotnost (kg):	
Celkový tuk (%):	
Klidový energetický výdej – měřený (kcal):	
Klidový energetický výdej – měřený (kJ):	
Klidový energetický výdej – predikce (kcal):	

Den v týdnu: STŘEDA		Datum: 01.02.2023		Den v týdnu: ÚTERÝ		Datum: 31.01.2023	
Činnost	Trvání (hod:min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce, ks, g/ml)	Činnost	Trvání (hod:min)	Potravina, jídlo, tekutiny	množství (porce, ks, g/ml)
Spánek	8,5h	Snídáň pečená s		Spánek	9h	Snídaň káse omelet	
Hygiena	1h	Hygiena (kap. čes.)	65g	Hygiena	1h	s kopeček semix	65g
Příprava jídla		Zaváření kyselky	200ml	Příprava jídla	0,5h	zaváření čai	250ml
Konzumace jídla	1,25h	Herbučový čaj 2x 250ml	0,5l	Konzumace jídla	1h	káva - espresso	30ml
Úklid (obecně/druh)		Svčeň	150g	Úklid (obecně/druh)		Sv závěcku	160g
Zaměstnání (druh práce)	9,75h	zářij	120g	Zaměstnání (druh práce)	4,5h	čes	340g
Doprava (řízání/vezení se)	1h	zářij	100g	Doprava (řízání/vezení se)	1h	Herbučový čaj	250ml
Odpočinek	0,25 h	O káva - espresso	50ml	Odpočinek	1h	O žuvák roletka s	
Návštěva		roletka - kupač s večen	350ml	Návštěva		čuví (kuf. kerpeth, keds)	300ml
Mytí nádobí		kufec, strel, anbrase	95g	Mytí nádobí			
Sport (druh)		žaháková raše	500g	Sport (druh)		kufec kuf. riu	150g
Úřady/Lékař		řad	350ml	Úřady/Lékař		žuvák žuvák kufec	250g
Sledování TV	1,5h	Herbučový čaj	0,25l	Sledování TV	1h	žuvák žuvák kufec	2ks
Práce na počítači		Sv řízání rolet	1ks	Práce na počítači		Sv Herbučový čaj	250ml
Pohlavní slyk		čuvák žuvák	1ks	Pohlavní slyk		párik zavená	60g
Čtení		čuvák z vuzek	1ks	Čtení		čuv. olej	5ml
Nákup		Ve zelená mix (okuce, párik)	200g	Nákup	0,5h	Ve zelená mix	
Procházkav/venčení psa	0,75h	čuv. olej	5ml	Procházkav/venčení psa	0,5h	řízání okuce, párik)	625g
Jiné (druh)		řízání okuce 3% ruku	40g	Jiné (druh) řízání kufec	1h	čuv. olej	5ml
		čuvák s kufec	250ml			čuvák kufec	50g
						Herba s kufec	250ml

Celkem: 24 hodin (1440 minut)

Celkem: 24 hodin (1440 minut)

Sn-snídaně Sv-svačina O-oběd Ve-večeře

Sn-snídaně Sv-svačina O-oběd Ve-večeře

12.3 Příloha 3 – Příklad hmotnostní tabulky potravin

Hmotnost potravin

pečivo, přílohy	hmotnost	kJ	ovoce 1 ks	cca hmotnost
1 rohlík	42 g	502	angrešt	10
1 houska	50 - 54 g	622	banán	120
1 plátek veku	20 g	240	broskev	120
1 plátek knäckebrotu	7 g	105	citron	90
1 ks racio chlebiček	11 g	176	grapefruit	200
1 dalamánek	60 g	673	hruška	120
1 toustový chléb	20 g	210	jablko	150
1 plátek chleba	40 - 60 g	470	jahody	12
1 ks sucharu	20 g	346	kiwi	60
1 buchta tvarohová	50 g	760	mandarinka	80
1 plátek bábovky	50 g	758	meruňka	30
1 kobliha	40 g	716	nektarinka	150
1 ks loupák sladký	40 g	651	pomeranč	150
1 ks piškota dětská	3 g	45	ryngle	20
1 brambora	50 g	210	švestky	20
1 bramborový knedlík	35 g	230	třešně	7
1 houskový knedlík	40 g	290	višně	6
hranolky smažené	100 g	650		
bramborová kaše	100 g	380		
těstoviny vařené	100 g	630		
rýže vařená	100 g	585		

Zdroj: Charvát, 2023 (převzato)

13. POUŽITÁ LITERATURA

1. ADAMS, J. B.; SORENSON, J. C.; POLLARD, E. L.; KIRBY, J. K.; AUDHYA, T. (2021). Evidence-Based Recommendations for an Optimal Prenatal Supplement for Women in the U.S., Part Two: Minerals. Online. *Nutrients*. Roč. 13, č. 6. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13061849>.
2. AKIN, R.; MARAKOĞLU, K. (2024). The Evaluation of Iodine Levels in Urine and Nutrition in Pregnant Women According to Trimesters. Online. *Acta Medica Nicomedia*. 2024-02-29, roč. 7, č. 1, s. 1–10. ISSN 2717–8994. Dostupné z: <https://doi.org/10.53446/actamednicomedia.1176324>.
3. AL ALAWI, A. M.; MAJONI, S. W.; FALHAMMAR, H. (2018). Magnesium and Human Health: Perspectives and Research Directions. Online. *International Journal of Endocrinology*. Roč. 2018, s. 1–17. ISSN 1687–8337. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2018/9041694>.
4. ALEXANDER, E. K.; PEARCE, E. N.; BRENT, G. A.; BROWN, R. S.; CHEN, H. et al. (2017). 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease During Pregnancy and the Postpartum. Online. *Thyroid*. Roč. 27, č. 3, s. 315–389. ISSN 1050–7256. Dostupné z: <https://doi.org/10.1089/thy.2016.0457>.
5. APPELMAN-DIJKSTRA, N. M.; ERTL, D.-A.; ZILLIKENS, M. C.; RJENMARK, L.; WINTER, E. M. (2021). Hypercalcemia during pregnancy: management and outcomes for mother and child. Online. *Endocrine*. Roč. 71, č. 3, s. 604–610. ISSN 1355–008X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12020-021-02615-2>.
6. BASHASH, M.; THOMAS, D.; HU, H.; ANGELES MARTINEZ-MIER, E.; SANCHEZ, B. N. et al. (2017). Prenatal Fluoride Exposure and Cognitive Outcomes in Children at 4 and 6–12 Years of Age in Mexico. Online. *Environmental Health Perspectives*. 2017-09-22, roč. 125, č. 9. ISSN 0091–6765. Dostupné z: <https://doi.org/10.1289/EHP655>.
7. BEDNÁŘ, J.; VRANOVÁ, V. (2011). Úloha sodíku v prevenci a léčbě hypertenze – praktická realizace. Online. *Interní medicína pro praxi*. Roč. 2011, č. 2, s. 88–89. ISSN 1803–5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/02/08.pdf>.
8. BINDER, T. (2006). Farmakoterapie v graviditě. Online. *Interní medicína pro praxi*. Roč. 2006, č. 10, s. 447–450. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2006/10/07.pdf>.
9. BLUMFIELD, M. L.; HURE, A. J.; MACDONALD-WICKS, L.; SMITH, R.; COLLINS, C. E. (2013). A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. Online. *Nutrition Reviews*. Roč. 71, č. 2, s. 118–132. ISSN 00296643. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/nure.12003>.

10. BUREŠOVÁ, N. (2023). *Hodnocení příjmu vitamínů u kojících žen*. Hradec Králové. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Katedra biologických a lékařských věd. Vedoucí práce M. KOVAŘÍK.
11. CANTORAL, A.; TÉLLEZ-ROJO, M. M.; MALIN, A. J.; SCHNAAS, L.; OSORIO-VALENCIA, E. (2021). Dietary fluoride intake during pregnancy and neurodevelopment in toddlers: A prospective study in the progress cohort. Online. *NeuroToxicology*. Roč. 87, s. 86–93. ISSN 0161813X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2021.08.015>.
12. CASTIBLANCO RUBIO, G. A. (2021). *Studies on the Dietary Intake of Fluoride and the Concentration of Fluoride in Urine over the Course of Pregnancy*. Indianapolis. Disertační práce. Indiana University School of Dentistry – Purdue University. Vedoucí práce E. A. MARTINEZ MIER.
13. CORMICK, G.; BETRÁN, A. P.; ROMERO, I. B.; LOMBARDO, C. F.; GÜLMEZOGLU, A. M. et al. (2019). Global inequities in dietary calcium intake during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. Online. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. Roč. 126, č. 4, s. 444–456. ISSN 1470–0328. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15512>.
14. CROCE, L.; CHIOVATO, L.; TONACCHERA, M.; PETROSINO, E.; TANDA, M. L. et al. (2023). Iodine status and supplementation in pregnancy: an overview of the evidence provided by meta-analyses. Online. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. Roč. 24, č. 2, s. 241–250. ISSN 1389-9155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09760-7>.
15. ČERTÍKOVÁ CHÁBOVÁ, V. (2015). Hyponatremie. Online. *Interní medicína pro praxi*. Roč. 2015, č. 3, s. 137–140. ISSN 1803–5256. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2015/03/09.pdf>.
16. DALTON, L. M.; NÍ FHLOINN, D. M.; GAYDADZHIEVA, G. T.; MAZURKIEWICZ, O. M.; LEESON, H. et al. (2016). Magnesium in pregnancy. Online. *Nutrition Reviews*. Roč. 74, č. 9, s. 549–557. ISSN 0029–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw018>.
17. DELANGE, F. (2007). Iodine requirements during pregnancy, lactation and the neonatal period and indicators of optimal iodine nutrition. Online. *Public Health Nutrition*. Roč. 10, č. 12A, s. 1571–1580. ISSN 1368–9800. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S1368980007360941>.
18. DENG, G.; CHEN, H.; LIU, Y.; ZHOU, Y.; LIN, X. et al. (2023). Combined exposure to multiple essential elements and cadmium at early pregnancy on gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. Online. *Frontiers in Nutrition*. Roč. 10. ISSN 2296–861X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1278617>.
19. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate* (2005). Online. Washington, D.C: National Academies Press. ISBN 978–0–309–09169–5. Dostupné z: <https://doi.org/10.17226/10925>.

20. DOLEJŠOVÁ, L. (2019). *Výživa v těhotenství s diabetes mellitus I. typu*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. 1. lékařská fakulta, III. interní klinika – klinika endokrinologie a metabolismu 1. LF a VFN v Praze. Vedoucí práce M. FLEKAČ.
21. DOMÍNGUEZ, L.; FERNÁNDEZ-RUIZ, V.; CÁMARA, M. (2023). Micronutrients in Food Supplements for Pregnant Women: European Health Claims Assessment. Online. *Nutrients*. Roč. 15, č. 21. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu15214592>.
22. ERNST, E. (2002). Herbal medicinal products during pregnancy: are they safe? Online. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. Roč. 109, č. 3, s. 227–235. ISSN 1470–0328. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2002.t01-1-01009.x>. Převzato z: Vachalová, 2013 (viz zdroj 98).
23. FANNI, D.; GEROSA, C.; NURCHI, V. M.; MANCHIA, M.; SABA, L. et al. (2021). The Role of Magnesium in Pregnancy and in Fetal Programming of Adult Diseases. Online. *Biological Trace Element Research*. Roč. 199, č. 10, s. 3647–3657. ISSN 0163–4984. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>.
24. FENWICK, E. (2019). *Velká kniha o matce a dítěti*. Nové, aktualizované vydání. Přeložila M. Ponocná. Esence. Praha: Euromedia Group, s. 11. ISBN 978–80–7617–697–3.
25. FIORENTINI, D.; CAPPADONE, C.; FARRUGGIA, G.; PRATA, C. (2021). Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. Online. *Nutrients*. Roč. 13, č. 4. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13041136>.
26. FORSBY, M.; HULANDER, E.; AMBERNTSSON, A.; BREMBECK, P.; WINKVIST, A. et al. (2024). Nutritional intake and determinants of nutritional quality changes from pregnancy to postpartum – a longitudinal study. Online. *Food Science & Nutrition*. ISSN 2048–7177. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3838>.
27. GEORGIEFF, M. K. (2020). Iron deficiency in pregnancy. Online. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Roč. 223, č. 4, s. 516–524. ISSN 00029378. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.03.006>.
28. GOYAL, L. D.; BAKSHI, D. K.; ARORA, J. K.; MANCHANDA, A.; SINGH, P. (2020). Assessment of fluoride levels during pregnancy and its association with early adverse pregnancy outcomes. Online. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. Roč. 9, č. 6. ISSN 2249–4863. Dostupné z: https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_213_20.
29. GREGORA, M. a VELEMÍNSKÝ, Miloš (2017). *Těhotenství a mateřství: nová česká kniha*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada, s. 24–26. ISBN 978–80–247–5579–3.
30. GREEN, R.; LANPHEAR, B.; HORNUNG, R.; FLORA, D.; MARTINEZ-MIER, E. A. et al. (2019). Association Between Maternal Fluoride Exposure During Pregnancy and IQ Scores in Offspring in Canada. Online. *JAMA Pediatrics*. 2019-10-01, roč. 173, č. 10. ISSN 2168–6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.1729>.

31. GRIEBEL-THOMPSON, A. K.; SANDS, S.; CHOLLET-HINTON, L.; CHRISTIFANO, D.; SULLIVAN, D. K. et al. (2023). A Scoping Review of Iodine and Fluoride in Pregnancy in Relation to Maternal Thyroid Function and Offspring Neurodevelopment. Online. *Advances in Nutrition*. Roč. 14, č. 2, s. 317–338. ISSN 21618313. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.01.003>.
32. GRÖBER, U. (2010). *Mikronutrienty: Nastavenie metabolizmu – Prevencia – Liečba*. Přeložili J. Čárksy a J. Zálešáková. Bratislava: Balneotherma, s. 182 a 196. ISBN 978–80–970156–4–0.
33. GRYGÁRKOVÁ, S. (2001–2023). Minerální látky – jejich zdroje a význam pro organismus. Online. In: <https://www.celostnimediceina.cz/>. Dostupné z: <https://www.celostnimediceina.cz/mineralni-latky-jejich-zdroje-a-vyznam-pro-organismus/>. [cit. 2023-07-25].
34. GRZESZCZAK, K.; KAPCZUK, P.; KUPNICKA, P.; CECERSKA-HERYĆ, E.; KWIATKOWSKI, S. et al. (2023). Calcium, Potassium, Sodium, and Magnesium Concentrations in the Placenta, Umbilical Cord, and Fetal Membrane from Women with Multiple Pregnancies. Online. *Life*. Roč. 13, č. 1. ISSN 2075–1729. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/life13010153>.
35. HARDING, K. B.; PEÑA-ROSAS, J. P.; WEBSTER, A. C.; YAP, C. M. Y.; PAYNE, B. A. et al. (2017). Iodine supplementation for women during the preconception, pregnancy and postpartum period. Online. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Roč. 2017, č. 3. ISSN 14651858. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011761.pub2>.
36. HOLMQUIST, E.; BRANTSÆTER, A. L.; MELTZER, H. M.; JACOBSSON, B.; BARMAN, M. et al. (2021). Maternal selenium intake and selenium status during pregnancy in relation to preeclampsia and pregnancy-induced hypertension in a large Norwegian Pregnancy Cohort Study. Online. *Science of The Total Environment*. Roč. 798. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149271>.
37. HRONEK, M. (2014). *Výživa ženy v obdobích těhotenství a kojení*. Praha: Maxdorf. ISBN 978–80–7345–013–7. Převzato z: Slámová, 2011 (viz zdroj 82).
38. HRONEK, M. a BAREŠOVÁ, H. (2012). *Strava těhotných a kojících*. Praha: Forsapi. Rady lékaře, průvodce dietou, s. 11; 13; 14; 21; 22; 23; 26; 27; 36; 52; 59; 60; 63; 66; 67; 69; 70; 72; 76 a 77. ISBN 978–80–87250–20–4.
39. HYŠPLER, R.; TICHÁ, A; ZADÁK, Z. (2017). Suplementace hořčičku – farmakologické mechanismy, metody podání a pastí. Online. *Klinická farmakologie a farmacie*. Roč. 2017, č. 3., s. 16–18. ISSN 1212–7973. Dostupné z: <https://www.klinikafarmakologie.cz/pdfs/far/2017/03/04.pdf>.
40. CHAFFEE, B. W.; KING, K. C. (2012). Effect of Zinc Supplementation on Pregnancy and Infant Outcomes: A Systematic Review. Online. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. Roč. 26, č. s1, s. 118–137. ISSN 0269–5022. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3016.2012.01289.x>. [cit. 2024-07-22].

41. CHARVÁT, J. (2023). *Hmotnost potravin*. Online. In: Enduraining. Dostupné z: <http://www.enduraining.com/cze/slovník/hmotnost-potravin.html>. [cit. 2023-11-30].
42. Informační centrum bezpečnosti potravin (2009–2023). *Sodík*. Online. In: Informační centrum bezpečnosti potravin. Praha 1: Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/sodik/>. [cit. 2023-07-29].
43. Institute of Medicine (US) Committee on Nutritional Status During Pregnancy and Lactation (1990). *Nutrition During Pregnancy: Part I Weight Gain: Part II Nutrient Supplements*. Online. Washington (DC): National Academies Press (US). Kapitola 14, Iron Nutrition During Pregnancy. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235217/>.
44. JIA, B.; ZONG, L.; LEE, J. Y.; LEI, J.; ZHU, Y. et al. (2019). Maternal Supplementation of Low Dose Fluoride Alleviates Adverse Perinatal Outcomes Following Exposure to Intrauterine Inflammation. Online. *Scientific Reports*. Roč. 9, č. 1. ISSN 2045–2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38241-8>.
45. KARAS, M. (2015). *Železo a jeho úloha v lidském organismu, včetně sportovců rekreačních i vrcholových*. Online. In: Pharma News. Dostupné z: <https://www.pharmanews.cz/clanek/zelezo-a-jeho-uloha-v-lidskem-organismu-vcetne-sportovcu-rekreacnich-i-vrcholovych/>. [cit. 2023-10-20].
46. KASPER, H. (2015). *Výživa v medicíně a dietetika*. Online. Praha: Grada, s. 65. ISBN 9788024745336. Dostupné z: Bookport.cz, <https://www.bookport.cz/e-kniha/vyziva-v-medicine-a-dietetika-1887814/>.
47. KEEN, C. L.; URIU-HARE, J. Y.; HAWK, S. N.; JANKOWSKI, M. A.; DASTON, G. P. et al. (1998). Effect of copper deficiency on prenatal development and pregnancy outcome. Online. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Roč. 67, č. 5, s. 1003S–1011S. ISSN 00029165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/67.5.1003S>.
48. KHAING, W.; VALLIBHAKARA, S. A.-O.; TANTRAKUL, V.; VALLIBHAKARA, O.; RATTANASIRI, S. et al. (2017). Calcium and Vitamin D Supplementation for Prevention of Preeclampsia: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Online. *Nutrients*. Roč. 9, č. 10. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu9101141>.
49. HAYAT, S.; FANAELI, H.; GHANBARZEHI, A. (2017). Minerals in Pregnancy and Lactation: A Review Article. Online. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. ISSN 2249782X. Dostupné z: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/28485.10626>. [cit. 2024-07-22].
50. KOCYŁOWSKI, R.; LEWICKA, I.; GRZESIAK, M.; GAJ, Z.; SOBAŃSKA, A. et al. (2018). Assessment of dietary intake and mineral status in pregnant women. Online. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. Roč. 297, č. 6, s. 1433–1440. ISSN 0932–0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00404-018-4744-2>.

51. KÖNIG, J. (2023a). *Kalium*. Online. In: Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs. Dostupné z: <https://www.gesundheit.gv.at/leben/ernaehrung/vitamine-mineralstoffe/mengenelemente/kalium.html>. [cit. 2023-07-27].
52. KÖNIG, J. (2023b). *Kalzium*. Online. In: Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs. Dostupné z: <https://www.gesundheit.gv.at/leben/ernaehrung/vitamine-mineralstoffe/mengenelemente/calcium.html>. [cit. 2023-07-27].
53. KORHONEN, P.; TIHTONEN, K.; ISOJÄRVI, J.; OJALA, R.; ASHORN, U. et al. (2022). Calcium supplementation during pregnancy and long-term offspring outcome: a systematic literature review and meta-analysis. Online. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Roč. 1510, č. 1, s. 36–51. ISSN 0077–8923. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/nyas.14729>.
54. LEIFER, G. (2004). *Úvod do porodnického a pediatrického ošetrovatelství*. Online. Vyd. 1. české. Praha: Grada, s. 65 a 66. ISBN 80–247–0668–7. Dostupné z: Google Books, https://www.google.cz/books/edition/%C3%A9vod_do_porodnick%C3%A9ho_a_pediatrick%C3%A9ho/ICjvfvB1RH8C?hl=cs&gbpv=1&dq=%C3%A9vod+do+porodnick%C3%A9ho+a+pediatrick%C3%A9ho+o%C5%A1et%C5%99ovatelstv%C3%AD&printsec=frontcover.
55. LEWANDOWSKA, M.; SAJDAK, S.; MARCINIAK, W.; LUBIŃSKI, J. (2019). First Trimester Serum Copper or Zinc Levels, and Risk of Pregnancy-Induced Hypertension. Online. *Nutrients*. Roč. 11, č. 10. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu11102479>.
56. LIU, X.; XIAO, Z.; CHENG, L.; JIAN, L. (2022). Iodine nutrition level and thyroid function in pregnant women in the Yongchuan district of Chongqing. Online. *Journal of Clinical and Translational Research*. Roč. 8, č. 6, s. 516–522. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36452005/>.
57. LUJANO-NEGRETE, A. Y.; RODRÍGUEZ-RUIZ, M. C.; SKINNER-TAYLOR, C. M.; PEREZ-BARBOSA, L.; CARDENAS DE LA GARZA, J. A. et al. (2022). Bone metabolism and osteoporosis during pregnancy and lactation. Online. *Archives of Osteoporosis*. Roč. 17, č. 1. ISSN 1862–3522. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11657-022-01077-x>.
58. LUO, L.; ZHANG, Y.; WANG, H.; CHEN, D.; LI, L. (2024). The efficacy of magnesium supplementation for gestational diabetes: A meta-analysis of randomized controlled trials. Online. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. Roč. 293, s. 84–90. ISSN 03012115. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2023.12.014>.
59. MATOUŠKOVÁ, E. (2010). *Analýza stravovacích návyků pomocí programu NutriDan u hypertoniků*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce L. ŠEDOVÁ.
60. MILMAN, N. T. (2020). Dietary Iron Intake in Pregnant Women in Europe: A Review of 24 Studies from 14 Countries in the Period 1991–2014. Online. *Journal of Nutrition and Metabolism*. Roč. 2020, s. 1–11. ISSN 2090–0724. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2020/7102190>.

61. MINNETTI, M.; SADA, V.; FEOLA, T.; GIANNETTA, E.; POZZA, C. et al. (2022). Selenium Supplementation in Pregnant Women with Autoimmune Thyroiditis: A Practical Approach. Online. *Nutrients*. Roč. 14, č. 11. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu14112234>.
62. MODZELEWSKA, D.; SOLÉ-NAVAIS, P.; BRANTSÆTER, A. L.; FLATLEY, Ch.; ELFVIN, A. et al. (2021). Maternal Dietary Selenium Intake during Pregnancy and Neonatal Outcomes in the Norwegian Mother, Father, and Child Cohort Study. Online. *Nutrients*. Roč. 13, č. 4. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13041239>.
63. MOUDRÁ, A. (2020). *Přehled vývoje a použití fluoridů pro udržení a podporu orálního zdraví*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Stomatologická klinika – Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně a Lékařské fakulty MU. Vedoucí práce P. SVOBODA.
64. MOUREK, J. (2012). *Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů*. 2., dopl. vyd. Praha: Grada. Sestra (Grada), s. 20. ISBN 978–80–247–3918–2.
65. MOUSA, A.; NAQASH, A.; LIM, S. (2019). Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. Online. *Nutrients*. Roč. 11, č. 2. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu11020443>.
66. NAJPAVEROVÁ, S. (2021). *Zmeny nutričie, pokojového energetického výdaja a telesnej kompozície u českých žien v období gravidity a laktácie vo vzťahu k pôrodným parametrom a produkcii materského mlieka*. Hradec Králové. Dizertační práce. Univerzita Karlova. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Katedra biologických a lékařských věd. Vedoucí práce M. HRONEK.
67. National Institutes of Health (2022). *Copper*. Online. In: National Institutes of Health. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Copper-HealthProfessional/>. [cit. 2024-07-05].
68. National Library of Medicine (2015). *Minerals*. Online. In: MedlinePlus. Rockville Pike, Bethesda, MD 20894: National Library of Medicine. Dostupné z: <https://medlineplus.gov/minerals.html>. [cit. 2023-07-25].
69. Německá společnost pro výživu (DGE), Rakouská společnost pro výživu (ÖGE) a Švýcarská společnost pro výživu (SGE) (2018). *Referenční hodnoty pro příjem živin DACH*. 2. vydání. Přeložili M. Stránský a K. Stránská. Praha: Výživaservis s.r.o. Slezská 32, 120 00 Praha 2. ISBN 978–3–86528–148–7.
70. OJEDA, M. L.; NOGALES, F. (2022). Dietary Selenium and Its Antioxidant Properties Related to Growth, Lipid and Energy Metabolism. Online. *Antioxidants*. Roč. 11, č. 7. ISSN 2076–3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox11071402>.
71. OTA, E.; MORI, R.; MIDDLETON, P.; TOBE-GAI, R.; MAHOMED, K. et al. (2015). Zinc supplementation for improving pregnancy and infant outcome. Online. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. ISSN 14651858. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000230.pub5>.

72. PAUL, S.; PRASHANT, A.; CHAITRA, T. R.; SUMA, M. N.; VISHWANATH, P.; DEVAKI, R. N. (2013). The Micronutrient Levels in the Third Trimester of Pregnancy and Assessment of the Neonatal Outcome: A Pilot Study. Online. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. ISSN 2249782X. Dostupné z: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/5729.3211>.
73. PIECZYŃSKA, J. a GRAJETA, H. (2015). The role of selenium in human conception and pregnancy. Online. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Roč. 29, s. 31–38. ISSN 0946672X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.07.003>.
74. QAZI, I. H.; ANGEL, Ch.; YANG, H.; PAN, B.; ZOIDIS, E. (2018). Selenium, Selenoproteins, and Female Reproduction: A Review. Online. *Molecules*. Roč. 23, č. 12. ISSN 1420–3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules23123053>.
75. RODAN, A. R. (2017). Potassium: friend or foe? Online. *Pediatric Nephrology*. Roč. 32, č. 7, s. 1109–1121. ISSN 0931–041X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00467-016-3411-8>.
76. ROUBÍK, L. (2018). *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport. ISBN 978–80–905685–5–6. Převzato z: Dolejšová, 2019 (viz zdroj 20).
77. ROZTOČIL, A.; BÁČA, V.; BINDER, T.; CALDA, P.; CVRČEK, P. a kol. (2017). *Moderní porodnictví*. Online. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, s. 91, 93, 94 a 110. ISBN 978–80–247–5753–7. Dostupné z Bookport, <https://www.bookport.cz/e-kniha/moderni-porodnictvi-1894950/>.
78. SANTANDER BALLESTÍN, S.; GIMÉNEZ CAMPOS, M. I.; BALLESTÍN BALLESTÍN, J.; LUESMA BARTOLOMÉ, M. J. (2021). Is Supplementation with Micronutrients Still Necessary during Pregnancy? A Review. Online. *Nutrients*. Roč. 13, č. 9. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13093134>.
79. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for copper (2015). Online. *EFSA Journal*. Roč. 13, č. 10. ISSN 18314732. Dostupné z: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4253>.
80. SHARMA, S. (2018). *Klinická výživa a dietologie: v kostce*. Přeložila H. Pospíšilová. Praha: Grada Publishing. Sestra (Grada), s. 48–53. ISBN 978–80–271–0228–0.
81. SHINDE, P.; PATIL, P.; BAIRAGI, V. (2013). Herbs in pregnancy and lactation: A review appraisal. Online. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. Roč. 3, č. 9, s. 3001–3006. ISSN 09758232. Dostupné z: <https://ijpsr.com/bft-article/>. Převzato z: Vachalová, 2013 (viz zdroj 98).
82. SLÁMOVÁ, A. (2011). *Výživa matek v těhotenství: potřeby, informovanost a možnost ovlivnění*. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. 1. lékařská fakulta. Ústav teorie a praxe ošetrovatelství 1. LF UK v Praze. Vedoucí práce E. KUDLOVÁ.
83. SLEZÁKOVÁ, L.; ANDRÉSOVÁ, M.; KADUCHOVÁ, P.; ROUČOVÁ, M.; STAROŠTÍKOVÁ, E. (2017). *Ošetrovatelství v gynekologii a porodnictví*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, s. 136, 137, 138, 140 a 141. ISBN 978–80–271–0214–3.

84. SOLÉ-NAVAIS, P.; BRANTSÆTER, A. L.; CASPERSEN, I. H.; LUNDH, T.; MUGLIA, L. J. et al. (2021). Maternal Dietary Selenium Intake during Pregnancy Is Associated with Higher Birth Weight and Lower Risk of Small for Gestational Age Births in the Norwegian Mother, Father and Child Cohort Study. Online. *Nutrients*. Roč. 13, č. 1. ISSN 2072–6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13010023>.
85. SOVIŠOVÁ, P. (2010). *Hodnocení nutričního příjmu živin, makro- a mikroelementů u českých gravidních žen*. Hradec Králové. Rigorózní práce. Univerzita Karlova. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové. Katedra farmakologie a toxikologie. Vedoucí práce M. HRONEK.
86. STRUNECKÁ, A.; PATOČKA, J.; LIMEBACK, H. (2005). Rizika fluoridové suplementace u dětí: nový ekotoxikologický fenomén. Online. *Klinické farmakologie a farmacie*. Roč. 2005, č. 19, s. 49–52.
Dostupné z: <https://doi.org/https://www.klinikafarmakologie.cz/pdfs/far/2005/01/10.pdf>.
87. SWINNEY, Bridget a ANDERSON, Tracey (2011). *Výživa v těhotenství: praktický a chutný průvodce prenatální výživou*. Praha: Levné knihy, s. 15, 41, 42 a 45. ISBN 9788073098742.
88. ŠPIČÁK, J. (2013). Inhibitory protonové pumpy: nové molekuly, nové poznatky. Online. *Praktický lékař*. Roč. 93, č. 5, s. 207–216. ISSN 0032–6739. Dostupné z: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=6bf02ba3-e78c-4bed-b61a-c8e4481925a3%40redis>.
89. TAKAHASHI, R.; OTA, E.; HOSHI, K.; NAITO, T.; TOYOSHIMA, Y. et al. (2017). Fluoride supplementation (with tablets, drops, lozenges or chewing gum) in pregnant women for preventing dental caries in the primary teeth of their children. Online. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Roč. 2017, č. 10. ISSN 14651858. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011850.pub2>.
90. TANKEU, A. T.; NDIP AGBOR, V.; NOUBIAP, J. J. (2017). Calcium supplementation and cardiovascular risk: A rising concern. Online. *The Journal of Clinical Hypertension*. Roč. 19, č. 6, s. 640–646. ISSN 1524–6175. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jch.13010>.
91. THAKUR, G. K.; SHANKAR, H.; ARORA, T. K.; KULKARNI, B. (2024). Role of mineral nutrients other than iron in pregnancy: under recognized opportunities to improve maternal/fetal outcomes: a literature review. Online. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. Roč. 309, č. 3, s. 895–905. ISSN 1432–0711. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00404-023-07183-6>.
92. The President and Fellows of Harvard College (2023a). *Iron*. Online. In: Harvard T.H. Chan School of Public Health. 677 Huntington Avenue, Boston: The President and Fellows of Harvard College. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/iron/>. [cit. 2023-07-29].
93. The President and Fellows of Harvard College (2023b). *Potassium*. Online. In: Harvard T.H. Chan School of Public Health. 677 Huntington Avenue, Boston: The President and Fellows of Harvard College. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/potassium/>. [cit. 2023-07-29].

94. TŮMOVÁ, L. a HOLCOVÁ, L. (2014). Overview of the effects and safety of the use of natural medicines during pregnancy and lactation. Online. *Praktické lékárenství*. Roč. 10, č. 1, s. 30–33. Dostupné z: https://farmaciepropraxi.cz/artkey/lek-201401-0008_Prehled_ucinku_a_bezpecnosti_uzivani_prirodnich_leciv_v_prubehu_tehotnstvi_a_laktace.php. [cit. 2024-06-21].
95. TŮMOVÁ, L. a HOLCOVÁ, L. (2016). Overview of the effects and safety of the use of natural medicines during pregnancy and lactation – part 5. Online. *Praktické lékárenství*. Roč. 12, č. 4, s. 138–142. ISSN 18012434. Dostupné z: <https://doi.org/10.36290/lek.2016.033>.
96. URIBARRI, J. a CALVO, M. S. (2017). *Dietary Phosphorus: Health, Nutrition, and Regulatory Aspects*. Online. Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300, Boca Raton, FL 33487–2742: CRC Press. ISBN 978–1–4987–0696–4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781315119533>. Citováno z abstraktu.
97. VÁGNEROVÁ, T.; TOPINKOVÁ, E.; MICHÁLKOVÁ, H.; FIALOVÁ, D.; KUŠNIARIKOVÁ, I.; MÁDLOVÁ, P. (2020). *Výživa v geriatрии a gerontologii*. Online. Karolinum, s. 169. ISBN 978–80–246–4641–1. Dostupné z Google Books, https://www.google.cz/books/edition/V%C3%BD%C5%BEiva_v_geriatрии_a_gerontologii/InkUEAAAQBAJ?hl=cs&gbpv=1&dq=V%C3%BD%C5%BEiva+v+geriatрии+a+gerontologii&printsec=frontcover.
98. VACHALOVÁ, J. (2013). *Byliny v těhotenství a při kojení*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Lékařská fakulta. Vedoucí práce A. KLIMOVÁ.
99. WEAVER, C. M. (2019). The quest for evidence for calcium requirements for bone during pregnancy and lactation. Online. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Roč. 109, č. 1, s. 3–4. ISSN 00029165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy335>.
100. WEIGERT, V. (2006). *Všechno o kojení*. Rádci pro rodiče a vychovatele. 1. vyd. Praha: Portál, s. 159. ISBN 8073670712. Převzato z: Vachalová, 2013 (viz zdroj 98).
101. WHO (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children. Online. In: *IRIS WHO*. Geneva: Document Production Services, s. 7. ISBN 978 92 4 150483 6. Dostupné z: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf?sequence=1.
102. WILHELMOVÁ, R.; KAŠOVÁ, L.; SEDLICKÁ, N.; DOUBEK, R.; HRUBAN, L.; JANKŮ, P.; HENDRYCH LORENCOVÁ, E.; HANUŠOVÁ, Z.; KAMENÍKOVÁ, M. (2021). Vybrané kapitoly Porodní asistence I a II. Online. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, s. 86 a 87. ISSN 1802–128X. Dostupné z: <https://is.muni.cz/elportal/?id=1766378>.
103. WILLEMSE, J. P. M. M.; MEERTENS, L. J. E.; SCHEEPERS, H. C. J.; ACHTEN, N. M. J.; EUSSSEN, S. J. et al. (2020). Calcium intake from diet and supplement use during early pregnancy: the Expect study I. Online. *European Journal of Nutrition*. Roč. 59, č. 1, s. 167–174. ISSN 1436–6207. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01896-8>.

104. WINARNO, G. N. A.; PRIBADI, A.; MARULI, H. J.; ACHMAD, E. D.; ANWAR, R.; MOSE, J. C.; NISA, A. S.; TRIANASARI, N. (2021). Ratio of Serum Calcium to Magnesium Levels on Pregnancy With and Without Preeclampsia. Online. *Medical Science Monitor*. Roč. 27. ISSN 1643–3750. Dostupné z: <https://doi.org/10.12659/MSM.932032>.
105. XU, M.; GUO, D.; GU, H.; ZHANG, L.; LV, S. (2016). Selenium and Preeclampsia: a Systematic Review and Meta-analysis. Online. *Biological Trace Element Research*. Roč. 171, č. 2, s. 283–292. ISSN 0163–4984. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12011-015-0545-7>.
106. ZACHARA, B. A. (2018). Selenium in Complicated Pregnancy. A Review. Online. In: *Advances in Clinical Chemistry*. Elsevier, s. 157–178. ISBN 9780128152041. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2018.05.004>.
107. ZHANG, Y.; LU, Y.; JIN, L. (2022). Iron Metabolism and Ferroptosis in Physiological and Pathological Pregnancy. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. Roč. 23, č. 16. ISSN 1422–0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms23169395>.
108. ZIMMERMANN, M. B. (2009). Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: a review. Online. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Roč. 89, č. 2, s. 668S–672S. ISSN 00029165. Dostupné z: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26811C>.
109. ZLATOHLÁVEK, L. (2016). *Klinická dietologie a výživa*. Praha: Current Media. Medicus. ISBN 978–80–88129–03–5. Převzato z: Dolejšová, 2019 (viz zdroj 20).
110. ŽOFKOVÁ, I. (2016). Hypercalcemia. Pathophysiological Aspects. Online. *Physiological Research*. S. 1–10. ISSN 1802–9973. Dostupné z: <https://doi.org/10.33549/physiolres.933059>.