

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



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Hodnocení příjmu vitaminů u kojících žen

Nicole Burešová

Vedoucí diplomové práce: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

HRADEC KRÁLOVÉ, 2023

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala všem, co se podíleli na vzniku této práce. Především PharmDr. Miroslavu Kovaříkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, čas a trpělivost.

„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, 24. 4. 2022

Nicole Burešová

OBSAH

1. ABSTRAKT.....	7
2. ABSTRACT	8
3. ÚVOD	9
4. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE.....	10
5. KOJENÍ.....	11
5.1 Vývoj mléčné žlázy	12
5.2 Stavba prsu a mléčné žlázy	13
5.3 Tvorba mateřského mléka	14
5.4 Fyziologie kojení.....	15
5.5 Složení mateřského mléka	16
6. VÝŽIVA.....	18
7. VITAMINY.....	19
7.1 Vitaminy rozpustné v tucích.....	19
7.1.1 Vitamin A (retinol).....	19
7.1.2 Vitamin D (kalciferol).....	22
7.1.3 Vitamin E (tokoferol).....	23
7.2 Vitaminy rozpustné ve vodě	25
7.2.1 Vitamin B ₁ (thiamin).....	26
7.2.2 Vitamin B ₂ (riboflavin).....	27
7.2.3 Vitamin B ₃ (niacin).....	28
7.2.4 Vitamin B ₆ (pyridoxin)	29
7.2.5 Vitamin B ₉ (kyselina listová).....	31
7.2.6 Vitamin B ₁₂ (kyanokobalamin).....	33
7.2.7 Vitamin C (kyselina askorbová)	35

8. METODIKA	38
8.1 Design studie	38
8.2 Dotazníky.....	38
8.3 Statistické hodnocení	39
9. VÝSLEDKY	40
10. DISKUSE.....	52
11. ZÁVĚR.....	56
12. POUŽITÉ ZKRATKY	57
13. SEZNAM TABULEK.....	58
14. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	59
15. POUŽITÁ LITERATURA.....	60

1. ABSTRAKT

Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové

Katedra: Biologických a lékařských věd

Školitel: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Student: Nicole Burešová

Název diplomové práce: Hodnocení příjmu vitaminů u kojících žen

Teoretický úvod a cíl práce: Tato diplomová práce se zaměřuje na hodnocení příjmu vitaminů u kojících žen. Příjem dostatečného množství vitaminů kojícími ženami je velice důležitý, jak pro matky samotné, tak i pro jejich kojence. Cílem této diplomové práce bylo vyhodnocení příjmu vitaminů během laktace u žen bez i se suplementací vitaminy. Zjišťovalo se, zda se příjem jednotlivých vitaminů mění s dobou laktace, a následně se průměrné hodnoty příjmu porovnávaly s doporučenými denními dávkami (DDD). Nakonec byl vyhodnocen podíl žen, které nesplňovaly DDD.

Metodika: Sběr dat pro studii probíhal v letech 2021-2022. Studie se zúčastnilo 11 kojících žen ve věkové kategorii od 29 let do 40 let. Tyto ženy byly po porodu čtyřikrát vyšetřené na ambulanci, a to v obdobích laktace L1 (3-4 týdny po porodu), L2 (3 měsíce po porodu), L3 (6 měsíců po porodu) a L4 (9 měsíců po porodu). V období L1 a L2 odevzdalo vyplněný dotazník 9 žen, 10 žen v období L3 a 9 žen v období L4. Při každém vyšetření se vyhodnocoval příjem vitaminů kojícími ženami ze stravy v předchozích 7 dnech. Do celkového příjmu vitaminů byla zahrnuta i suplementace vitaminy. Následně probíhalo vyhodnocení pomocí počítačového programu NutriDan a Microsoft Office Excelu 2019. Poté se získané výsledky porovnály s DDD pro kojící ženy.

Výsledky: Prakticky u žádného vitaminu nebyl zjištěný statisticky významný rozdíl mezi obdobími kojení, jedinou výjimkou byl vitamin B₁₂, u kterého byl v období L4 příjem přibližně poloviční ve srovnání s obdobím L1. Suplementace vitaminy zvýšila příjem u většiny vitaminů, ale i přesto byl výrazně nižší příjem přibližně o polovinu než je hodnota DDD v období L3 a L4 u vitaminu B₉. Všechny kojící ženy bez suplementace dosáhly DDD pouze u vitaminu B₃. Žádná žena bez suplementace vitaminy nebyla schopná dosáhnout DDD u vitaminu B₉.

Závěr: Výsledky této studie naznačují, že je důležité sledovat příjem vitaminů v období kojení, protože pouze potravou většina žen nedosáhla DDD vitaminů. V období kojení je proto nutné dbát na vhodnou suplementaci vitaminy.

Klíčová slova: Vitamin, Kojení, Mléčná žláza, Prs, Mateřské mléko, Výživa, Doporučené denní dávky

2. ABSTRACT

Charles University, Faculty of Pharmacy in Hradec Králové

Department: Biological and Medical Sciences

Tutor: PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

Student: Nicole Burešová

Title of thesis: Assessment of vitamin intake in lactating women

Background: This theses focus to evaluate vitamins intake of lactating women. A sufficient vitamins intake is very important for both mothers and their infants. The aim of this theses was an assessment of lactating women vitamins intake without and including vitamins supplementation. It was determined whether the intake of individual vitamins changed with the duration of lactation, and then the average intake values were compared with the recommended daily allowances (RDA). Finally, the proportion of women who did not meet the RDA was evaluated.

Methods: Data collection for this study took place in 2021-2022. There were eleven lactating women between years of age 29 and 40 involved. These women underwent medical examinations at laboratory four times after the delivery – during L1 lactation period (3-4 weeks after the delivery), L2 period (3 months after the delivery), L3 period (6 months after the delivery) and finally L4 period (9 months after the delivery). During the L1 and L2 periods the questionnaires were submitted by 9 women, during L3 period by 10 women and during L4 period by 9 women. Each examination intended to evaluate the lactating women vitamins intake from the food they had eaten in the previous 7 days. Vitamin supplementation was also included in the total intake of vitamins. Subsequently, the nutrition software NutriDan and Microsoft Excel 2019 was used to the evaluation of the results. Such obtained results were compared to the RDA for lactating women, at the end.

Results: We have not proved any statistically significant difference in vitamins intake among the individual lactation periods – except from vitamin B₁₂ the intake of which was in L4 period approximately a half of the intake in L1 period. Vitamin supplementation increased the intake of the most of the vitamins. However, the intake of vitamin B₉ was a half lower than RDA indicate for L3 and L4 periods. All lactating women without vitamin supplementation met RDA for vitamin B₃ only. No woman without vitamin supplementation was able to reach the RDA for vitamin B₉.

Conclusion: The outcomes of this study indicate that it is important to monitor the vitamin intake during lactation period because most of the women are not able to gain the RDA of vitamins only from the food they usually eat. It is very important to pay attention to appropriate vitamin supplementation during the lactation period.

Key words: Vitamin, Breastfeeding, Mammary gland, Breast, Mother's milk, Nutrition, Recommended daily allowances

3. ÚVOD

Kojení má mnoho výhod, a to nejen pro kojence, ale i pro matky. V období kojení by měl být kladen velký důraz na správnou výživu matky. Kojící ženy by měly informace o výživě čerpat z odborných zdrojů a následně se těmito doporučeními řídit. Bohužel tyto informace kojící ženy často podceňují a mnohdy se stravují podobně jako před těhotenstvím. Jedním z následků špatné výživy mohou být závažné hypovitaminózy u dítěte, matky, nebo dokonce u obou. Kojící matky by tedy měly na svoji výživu více dbát a řídit se hlavními zásadami výživy pro kojící matky.

V období kojení většina matek není schopná dosáhnout denní doporučené dávky (DDD) jednotlivých vitaminů, a proto by se také měla věnovat pozornost suplementaci vitaminy. Znalosti získané z této diplomové práce, ohledně kojících žen a vitaminů, využiji při výkonu svého budoucího povolání.

Teoretická část diplomové práce se zaměřuje na kojení a na popis jednotlivých vitaminů. Na začátku teoretické části je popsána anatomie prsu a mléčné žlázy, a také fyziologie kojení. Dále lze v této části diplomové práce nalézt popis jednotlivých vitaminů, a to zejména informace o jejich funkci, zdrojích, nedostatku a DDD.

Poté následuje praktická část diplomové práce. V této části diplomové práce jsou uvedené výsledky studie, které se zúčastnilo 11 žen. Tyto ženy byly čtyřikrát během období laktace vyšetřené a na každé vyšetření s sebou přinesly vyplněný dotazník, do kterého zaznamenávaly příjem stravy a tekutin během předchozích 7 dní. Následně byla data získaná z dotazníků vyhodnocena a byl zjištěn podíl žen, které nesplňovaly DDD jednotlivých vitaminů.

4. ZADÁNÍ – CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo vyhodnocení příjmu vitamínů během laktace. Sledovali jsme, zda se příjem jednotlivých vitamínů mění s dobou laktace. Dále jsme hodnotili průměrné hodnoty příjmu a porovnávali s DDD. Zjišťovali jsme také podíl žen nesplňující DDD. Příjem vitamínů jsme hodnotili bez i se započítáním suplementace.

Sběr dat probíhal pomocí dotazníků na příjem potravy. Následně probíhalo vyhodnocení pomocí nutričního softwaru Nutridan.

5. KOJENÍ

Kojení je základem pro správný vývoj, zdraví, optimální růst a přežití dítěte. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje, aby matka začala kojit do první hodiny po porodu a aby její dítě bylo prvních šest měsíců pouze kojené. Po uplynutí této doby WHO doporučuje, aby dítě dostávalo doplňkové potraviny a kojení pokračovalo až do dvou let dítěte nebo i déle (World Health Organization, 2018).

Kojení má pro dítě mnoho výhod. Jednou z těchto výhod je, že mateřské mléko poskytuje dítěti ideální výživu s optimálním složením. Děti, které jsou výhradně kojené, dosahují menší hmotnosti, ale jsou delší a rychleji se u nich vyvíjejí jejich schopnosti (Klimová a kol., 1998). V mléce jsou obsažené látky jako například hormony, růstové faktory, enzymy, cytokiny, laktoferin a imunologické látky. Mateřské mléko obsahuje i proteiny jako α -laktalbumin, laktoferin, kasein, lysozym, imunoglobulin A (IgA) a sérový albumin (Nuzzi, Di Cicco a Peroni, 2021).

Mateřské mléko pomáhá chránit dítě před mnoha onemocněními. Například studie Frank a kol. 2019 prokázala, že kojení v raném dětství snižuje výskyt infekcí trávicího ústrojí a dýchacích cest, a to minimálně do 6 měsíců dítěte. Dále snižuje výskyt středoušních zánětů, a to i po ukončení kojení, a to až do 4 let dítěte.

Další výhodou pro dítě je, že kojení poskytuje ochranu před neinfekčními onemocněními jako například potravinovou, respirační a kožní alergií, snižuje výskyt obezity a diabetu a přispívá k prevenci aterosklerózy (Klimová a kol., 1998). Studie Wang a kol. 2022 studovala vliv kojení na výskyt potravinových alergií. Bylo zjištěno, že v mateřském mléce se nachází řada prospěšných bakterií, které jsou spojovány s prevencí potravinových alergií. Kojení také přispívá k pozitivnímu ovlivnění psychického a citového vývoje dítěte (Klimová a kol., 1998).

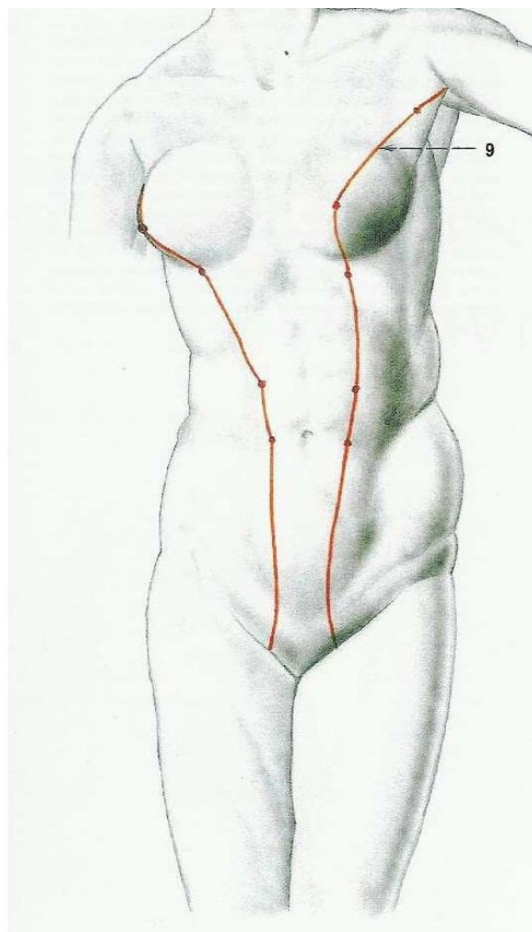
Kojení nemá výhody pouze pro dítě, ale také pro matku. Kojení má vliv na produkci oxytocinu, který vyvolává kontrakce dělohy. Následkem toho je, že se děloha po porodu rychle vrací do původního stavu a zabraňuje se nadbytečným ztrátám krve (Weigert, 2006; Klimová a kol., 1998). Kojení má také pozitivní přínos pro duševní zdraví matky. Další výhodou je, že kojení snižuje výskyt rakoviny prsu a vaječnicků. Dle studie Babic a kol. 2020 je kojení spojeno s 24% snížením rizika invazivního karcinomu vaječnicků. V době kojení by měla být matka chráněna před dalším otěhotněním, ale na tuto antikoncepční metodu se nelze zcela spoléhat. Společnou výhodou pro matku i dítě je, že kojení pomáhá vytvořit citové pouto mezi nimi (Klimová a kol., 1998).

V neposlední řadě je výhodou mateřského mléka i jeho praktická stránka, a to že se nemusí připravovat, má ihned vhodnou teplotu a je levnější než umělé mléko (Klimová a kol., 1998).

5.1 Vývoj mléčné žlázy

Mléčnou žlázu (*glandula mammae*) mají všichni savci, mezi které se řadí i člověk. Jedná se o největší kožní žlázu. Vyvíjí se v embryonálním období ze základů apokrinních žláz, které se vytváří v tzv. mléčné liště, což je pruh epitelového ztlustění. Obrázek č. 1 zobrazuje průběh mléčné lišty v tzv. axiloinguinální linii. Na této linii vznikají mléčné žlázy v různém umístění, které zahrnuje oblast od axily až po inguinální krajinu. Toto umístění, je dáno konkrétní skupinou savců. Člověk má pouze jeden pár mléčných žláz (Čihák, 1997).

Obrázek 1: Průběh embryonální mléčné lišty



Zdroj: Čihák, 1997 (převzato)

Na obrázku jsou vyznačena místa nejčastějšího výskytu akcesorních mléčných žláz, rudimentálních bradavek nebo pigmentové skvrny jako zbytku akcesorní žlázy

9- axiloinguinální linie (průběh embryonální mléčné lišty)

Během 6. týdne embryonálního vývoje se začíná vyvíjet mléčná žláza. V tomto období vzniká pojivová tkáň, cévní a nervové zásobení mléčné žlázy. Během 32. týdnu těhotenství jsou u plodu rozlišitelné jednotlivé struktury této žlázy. Žláza se vyvíjí až do narození dítěte. Po narození se může u novorozence vyskytnout tzv. hormonální reakce novorozence. Jedná se o stav, kdy mléčná žláza novorozence produkuje mléko (Klimová a kol., 1998).

Následuje období, kdy je mléčná žláza v nečinnosti. Obdobím, kdy nastává další rozvoj mléčné žlázy, je puberta, která začíná u dívek přibližně okolo 12. roku života. Během období puberty můžeme pozorovat zvětšení tkání žlázy, viditelnější bradavku a probíhající pigmentaci dvorce. Největší vývoj zaznamenává mléčná žláza během těhotenství (Klimová a kol., 1998).

5.2 Stavba prsu a mléčné žlázy

Prs (*mamma*) se nachází svise od třetího až do šestého žebra, tato vzdálenost má průměrně 11 cm. Vodorovně je prs umístěný od parasternální čáry až do přední čáry axilární, průměrně tato vzdálenost činí 12 cm (Čihák, 1997).

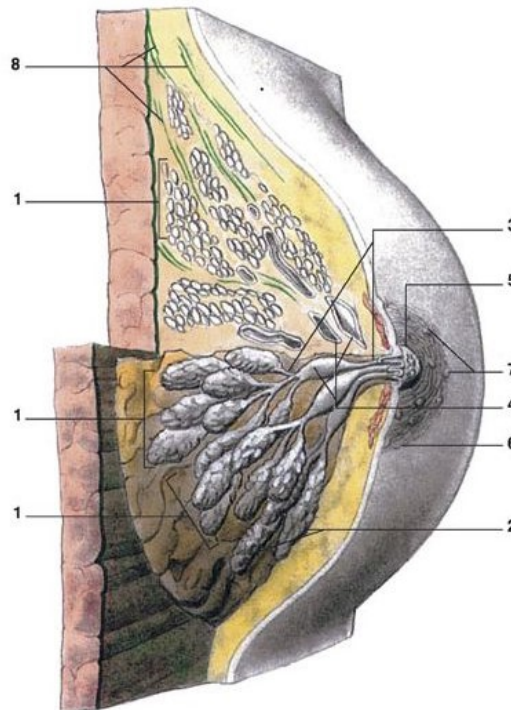
Dvorec (*areola mammae*), který obsahuje pigment, tvoří vrchol prsu. Jeho rozměr se pohybuje přibližně od 3 do 5 cm. S graviditou ženy se tento rozměr dvorce zvětšuje a zvyšuje se i pigmentace, v důsledku toho se dvorec stává tmavším. Ve dvorci je hladká svalovina, která probíhá paprskovitě. Žlásky (*glandulae areolares*) se nacházejí okolo obvodu dvorce (Čihák, 1997).

Prsní bradavka (*papilla mammae*) se nachází ve středu dvorce a tvoří ji hladká svalovina, která probíhá spirálovitě. Obsahuje mazové žlásky, které svým sekretem chrání kůži před máčením při kojení. Na hrotu prsní bradavky vyúsťuje mlékovod (*ductus lactiferi*) (Čihák, 1997).

Těleso žlázy je tvořeno laloky mléčné žlázy (*lobi mammae*). Laloky mléčné žlázy se člení na lalůčky mléčné žlázy (*lobuli mammae*), které jsou složeny ze žlázových alveolů. Z lalůček mléčné žlázy vedou mléčné vývody (*ductus lactiferi*), ty se poté spojují do jednoho mlékovodu (*ductus lactifer*), který vede z každého laloku žlázy. Dále jsou zde rozšířená místa mlékovodů (*sinus lactifer*), v nichž probíhá shromažďování mléka. Tato rozšířená místa se objevují v době laktace. Tuto popsanou stavbu prsu a žlázového tělesa zobrazuje obrázek č. 2 (Čihák, 1997).

Pokud není žena gravidní, tak se váha žlázového tělesa pohybuje okolo 130 až 200 g a u kojící ženy se váha pohybuje okolo 300 až 500 g (někdy váha může dosáhnout až 900 g) (Čihák, 1997).

Obrázek 2: Stavba prsu a mléčné žlázy



Zdroj: Čihák, 1997 (převzato)

1- lobi glandulae mammae, 2- lobuli glandulae mammae, 3- ductus lactiferi, 4- sinus lactiferi, 5- papilla mammae s vyústěním ductus lactiferi, 6- areola mammae, 7- glandulae areolares, 8- ligamenta suspensoria mammae

Okolo mléčné žlázy se nachází tukový polštář, který je tvořen dvěma vrstvami, premammární a retromammární (Čihák, 1997). Tuková vrstva retromammární, která má tloušťku 0,5 až 1 cm, se nachází mezi tělesem žlázy a velkým prsním svalem (*musculus pectoralis major*) (Hájek, Čech a Maršál, 2014). Na přední straně tělesa žlázy se nachází premammární tuková vrstva, která srovnává jamky mezi žlázovými jamkami a zaobluje povrch prsu (Hájek, Čech a Maršál, 2014; Čihák, 1997).

5.3 Tvorba mateřského mléka

Uvnitř prsu se nacházejí žlázové buňky, které produkují mateřské mléko. Tyto buňky vytváří alveoly, které mají okolo sebe sítku svalů z myoepitelových buněk. Vlivem oxytocinu se myoepitelové buňky stáhnou a mateřské mléko se posouvá z alveolů do mléčných vývodů. Okolo těchto mléčných vývodů se také nachází síťka svalů z myoepitelových buněk, která zajišťuje následný posun. Mléko se shromažďuje

v sinusech, ze kterých se uvolňuje sáním dítěte. Následně je mléko vystřikováno do jeho úst (Klimová a kol., 1998).

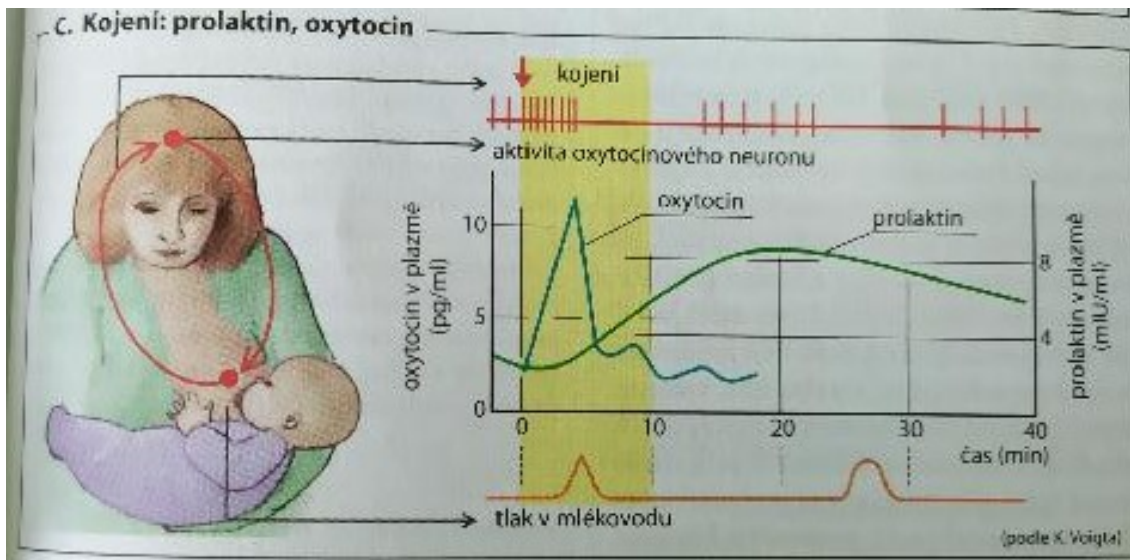
5.4 Fyziologie kojení

Prolaktin je peptidovým hormonem, který se skládá ze 199 aminokyselin (Silbernagl a Despopoulos, 2016). Jedná se o sekret laktotropních buněk předního laloku hypofýzy (adenohypofýzy) (Martínková a kol., 2018). Jeho sekrece je tlumená dopaminem (prolaktostatin) a somatostatinem, naopak stimuluje efekt pro produkci prolaktinu má thyreoliberin. Vyskytuje se zde tzv. negativní zpětná vazba, kdy se zvyšující produkcí prolaktinu zvyšuje produkce dopaminu. Nadbytek dopaminu následně tlumí produkci prolaktinu. Hormony estradiol a progesteron tlumí sekreci dopaminu, z čehož vyplývá, že se sekrece prolaktinu zvyšuje hlavně v druhé polovině cyklu a v těhotenství. Prolaktin ovlivňuje mléčné žlázy (jejich růst a diferenciaci) a tvorbu mléka (laktogenezi). Další jeho funkcí je, že potlačuje ovulaci (tlumí produkci folitropinu a lutropinu) (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

Dalším hormonem je oxytocin, který je peptidovým hormonem složeným z 9 aminokyselin. Jedná se o produkt hypothalamu, který se skladuje v zadním laloku hypofýzy (neurohypofýze) (Silbernagl a Despopoulos, 2016). Oxytocin má vliv na reprodukční systém tím, že vyvolává kontrakce dělohy při porodu (Javorka a kol., 2001). Dále má vliv na vyloučení placenty po porodu, a také na zastavení poporodního krvácení (Silbernagl a Despopoulos, 2016). Hraje roli i v produkci mléka, kdy vyvolává stahy myoepitelových buněk v prsní žláze (Javorka a kol., 2001). Oxytocin má velký vliv na lidské chování, má vliv na vztah mezi matkou a dítětem, a i partnerské vztahy (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

Sekrece hormonů při kojení je podmíněná laktačním reflexem, což je neuroendokrinní reflex. Dítě při krmení z prsu dráždí bradavku a dvorec, to má za následek vyvolání laktačního reflexu. Kojenec také sáním vytváří podtlak, který vede k tomu, že 4. mezižeberní nerv vysílá signál do hypothalamu, aby došlo k následnému uvolnění hormonů (Deif a kol., 2021). Laktační reflex vyvolává silnou produkci prolaktinu a oxytocinu. Pokud matka přestane kojit, tak to má za následek snížení hladiny prolaktinu a následný útlum v tvorbě mléka. Vliv kojení na koncentraci oxytocinu a prolaktinu zobrazuje obrázek č. 3 (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

Obrázek 3: Laktační reflex



Zdroj: Silbernagl a Despopoulos, 2016 (převzato)

5.5 Složení mateřského mléka

Mlezivo (colostrum) je vodnatý, nažloutlý sekret, který se vytváří do 4. dne života dítěte (Čihák, 1997; Muntau, 2014). Mlezivo obsahuje méně tuků a cukrů, a také má nejnižší energetickou hodnotu v porovnání s následujícími typy mateřského mléka. Oproti ostatním typům mléka má mlezivo více bílkovin, z nichž je minimálně 50 % IgA. Následně se mlezivo mění v přechodné mléko (Muntau, 2014).

5. až 10. den se produkuje přechodné mléko (tranzitorní mléko), které tvoří přechod mezi mlezivem a zralým mateřským mlékem. Oproti mlezivu má toto mléko vyšší energetickou hodnotu, větší zastoupení tuků a cukrů. Naopak má méně bílkovin (Muntau, 2014).

V 11. den života dítěte se již jedná o tzv. zralé mateřské mléko. Zralé mateřské mléko má vyšší energetickou hodnotu a zároveň i obsah tuků a cukrů je vyšší než v přechodném mléce. Bílkovin má ale zralé mléko méně (Muntau, 2014; Weigert, 2006). Tabulka č.1 znázorňuje podrobné složení jednotlivých typů mléka (přepočteno na 100 gramů mléka) (Weigert, 2006).

V mateřském mléce lze většinou v odpovídajícím množství nalézt vitaminy rozpustné ve vodě, tedy v případě že matka zajistí jejich dostatečný přísun ve stravě (Dort, Dortová a Jehlička, 2013; Klimová a kol., 1998). Bohužel u vitaminů rozpustných v tucích je to jinak. Dostatečných hladin dosahuje vitamin A a vitamin E. Naopak obsah vitaminu D a K nedostatečně pokrývá potřeby novorozence, proto je musíme dodávat (Dort, Dortová a Jehlička, 2013). V důsledku nedostatku vitaminu K se může objevit hemoragická nemoc novorozence (Hájek, Čech a Maršál, 2014; Klimová a kol., 1998). Aby se tomuto onemocnění předešlo, tak se vitamin K podá kojenci již v porodnici. Tato dávka stačí po celou dobu kojení, protože ve 3. týdnu života je již vytvořená

střevní mikrobiota dítěte (Iburg, 2009, Klimová a kol., 1998). Vitamin D se předepisuje dítěti dětským lékařem, protože v mateřském mléce je ho nedostatek (Iburg, 2009).

Tabulka 1: Složení mateřského mléka ve 100 g

		Mleзивo	Přechodné mléko	Zralé mléko
energie	kcal	56	65	69
bílkoviny	g	2,6	1,6	1,1
tuky	g	2,9	3,5	4,0
cukry	g	4,9	6,6	7,0
cholesterol	mg	neuveдено	29	25
sodík	mg	54	29	13
draslík	mg	64	64	47
vápník	mg	29	40	29
fosfor	mg	neuveдено	18	15
hořčík	mg	3	3,5	3
železo	μg	48	40	58
zinek	μg	neuveдено	351	134
jód	μg	neuveдено	2,4	5
selen	μg	1	1	3
měď	μg	46	54	35
mangan	ng	1100	neuveдено	712
vitamin A	μg RE	169	143	69
vitamin D	ng	neuveдено	neuveдено	67
vitamin E	μg TE	1100	514	278
vitamin K	ng	neuveдено	neuveдено	483
vitamin C	mg	neuveдено	5,5	6,5
vitamin B1	μg	10	20	15
vitamin B2	μg	neuveдено	4	38
vitamin B6	μg	neuveдено	neuveдено	14
kyselina listová	μg	neuveдено	0,5	8,0
niacin	μg	neuveдено	180	170
kyselina pantotenová	μg	neuveдено	290	210
vitamin B12	ng	neuveдено	36	50
Biotin	ng	neuveдено	400	580
Poměr bílkoviny:tuky:cukry v % energie		18:47:35	10:49:41	7:53:39

Zdroj: Weigert, 2006 (převzato)

RE – ekvivalenty retinolu; TE – ekvivalenty tokoferolu

6. VÝŽIVA

Úlohou příjmu potravy je udržení fyziologického stavu organismu. Potravou člověk získává potřebnou energii a látky, které jsou nutné pro správné fungování, obnovu a znovuvýstavbu tkání. Mezi potraviny, které nejsou zdrojem energie a neřadí se mezi živiny, patří vitaminy, minerální látky a některé stopové prvky. Tyto látky jsou pro člověka nepostradatelné (Trojan a kol., 1987).

Příjem potravy matkou v době kojení je velice důležitý pro matku i dítě. Matce pomáhá zajistit správný fyziologický stav jejího organismu a zabezpečuje správný průběh laktace, čímž naplňuje potřeby dítěte. Při tvorbě mléka se zvyšuje požadavek na výdej energie, živin, vitaminů a minerálních látek. Výživa kojící ženy by měla odpovídat pravidlům zdravé výživy. Matka by se měla řídit hlavními zásadami výživy kojících žen (Klimová a kol., 1998).

„K hlavním zásadám výživy kojící ženy patří:

- konzumace pestré a rozmanité stravy;
- takový přívod energie, který dovolí pomalý úbytek tělesné hmotnosti (energetický přívod má být nejvýše o 650 kJ nižší než výdej);
- střídmy příjem tuků (do 30 % celkového množství energie), nasycených tuků (do 10 %) a cholesterolu (do 300 mg denně);
- dostatečný příjem vitaminů a vlákniny, tj. konzumace zeleniny a ovoce, obilnin a výrobků z nich;
- střídmy příjem sacharózy, a to i skryté;
- střídmy příjem kuchyňské soli včetně skryté;
- vyvarování se alkoholických nápojů, střídmy konzumace kofeinu (maximálně do ekvivalentu 2 šálků kávy denně);
- dostatečný příjem vápníku, nejlépe z nízkotučného mléka a výrobků z něj;
- dostatečný příjem tekutin, tj. 2,5-3,5 litru denně;
- dostatečný příjem minerálních látek, zvláště železa (ze živočišných zdrojů) a jódu (nejlépe z masa mořských ryb)“ (citace z knihy Klimová a kol., 1998).

7. VITAMINY

Základem slova vitaminy je latinské slovo *vita*, které znamená život (Trojan a kol., 1987). Pro člověka to jsou naprosto nepostradatelné látky, a to především pro jeho život, zdraví a růst (Wenke a kol., 1986). Velice důležitý je jejich příjem potravou, protože lidský organismus neumí vitaminy syntetizovat vůbec nebo jen v malém množství (Silbernagl a Despopoulos, 2016). Jedná se ale o složku potravy, která není zdrojem energie (Wenke a kol., 1986).

Vitaminy dělíme na vitaminy rozpustné v tucích a na vitaminy rozpustné ve vodě. Poměrně často se stává, že v lidském těle vzniká částečný nedostatek vitaminů, tento stav je nazýván jako hypovitaminóza. Pokud člověk trpí absolutním nedostatkem vitaminů, tak se tento stav nazývá avitaminóza. Mezi vitaminy rozpustné v tucích řadíme vitaminy A, D, E a K. Při velkých dávkách mohou vznikat tzv. hypervitaminózy, které se projevují toxicky. Hypervitaminózy vznikají především u vitaminů rozpustných v tucích (Trojan a kol., 1987). Mezi vitaminy rozpustné ve vodě patří vitaminy skupiny B a vitamin C (Wenke a kol., 1986).

7.1 Vitaminy rozpustné v tucích

Jejich absorpce probíhá tvorbou micel, tento mechanismus je obdobný absorpci tuků (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

7.1.1 Vitamin A (retinol)

V potravě převažují dvě formy vitamínu A, a to předem vytvořený vitamin A ze živočišných produktů nebo karotenoidy provitaminu A (zejména β -karoten) z rostlinných produktů. Předem vytvořený vitamin A se vyskytuje hlavně ve formě esterů retinolu (retinylestery), které se snadno hydrolyzují a následně z nich vzniká retinol. Karotenoidy provitaminu A se ve střevní sliznici částečně přeměňují na vitamin A (Cabezuelo a kol., 2020). Pro přepočítání mezi jednotlivými formami je zavedený pojem tzv. ekvivalent retinolu. 1 mg ekvivalentu retinolu odpovídá 1 mg retinolu nebo také 6 mg β -karotenu (Stránská a kol., 2011).

Do skupiny retinoidů patří retinol a jeho aktivní deriváty, kterými jsou retinal, kyselina retinová a jejich syntetické analogy. Mechanismus vzniku retinalu a kyseliny retinové spočívá v oxidativních reakcích uvnitř buněk. První oxidací retinolu vzniká retinal, tuto reakci katalyzuje retinol dehydrogenáza. Retinal je důležitý pro proces vidění. Další oxidací, která je katalyzována aldehyddehydrogenázou 1, vzniká kyselina retinová, která reguluje transkripci genů (Cabezuelo a kol., 2020).

Zdroj

V živočišných produktech (játra, mléčné výrobky, vejce a tučné ryby) se vyskytují retinylestery. Z karotenoidů se vyskytuje v potravě především β -karoten, který je obsažen v barevném ovoci (pomeranč, meruňky, mango atd.) a zelenině (mrkev, rajčata, brokolice, špenát, zelí, dýně atd.) (Cabezuelo a kol., 2020).

Biologické funkce

Hraje nepostradatelnou roli v procesu vidění. V sítnici se nachází tyčinky, které jsou zodpovědné za noční (černobílé) vidění a čípky, které jsou zodpovědné za barevné vidění. V tyčinkách se nachází komplex rhodopsin, který vzniká spojením *11-cis-retinalu* s bílkovinou složkou opsinem. *11-cis-retinal* se při světelném podnětu změní na *all-trans-retinal*. Touto reakcí se zahájí řetězec mnoha reakcí, a nakonec dojde k přenosu optického vjemu přes optický nerv do mozku. Při deficitu retinolu se nedostatečně tvoří rhodopsin. Následkem deficitu vzniká tedy šeroslepost (nyktalopie) (Carazo a kol., 2021).

Retinol je antioxidant, který chrání lidské buňky tím, že zachycuje a neutralizuje volné radikály a zhasí singletový kyslík. Tohoto účinku dosahuje za pomoci postranního řetězce, který je tvořen konjugovanými vazbami C=C. Na těchto vazbách probíhají adiční reakce s reaktivními formami kyslíku (ROS) a volnými radikály. Antioxidanty tímto účinkem chrání před oxidací polynenasycené mastné kyseliny, které jsou součástí membránových lipidů (Rutkowski a Grzegorzcyk, 2012).

Mimo jiné urychluje syntézu kolagenových a elastinových vláken a urychluje i buněčné dělení, díky tomu stimuluje růst plodu a mladých organismů. Má vliv i na správný průběh proliferace a diferenciaci epitelálních buněk, díky tomu přispívá ke správné funkci kůže a sliznic. Stimulací imunitního systému přispívá k ochraně organismu proti infekcím. Retinol má vliv i na správný růst kostí (Rutkowski a Grzegorzcyk, 2012).

Hladiny v mateřském mléce

Vitamin A se v graviditě přenáší k plodu pouze omezeně, právě díky tomu mají novorozenci po porodu pouze malé jaterní zásoby. Po porodu ho získávají z mateřského mléka. Největší koncentrace vitamínu A je v mlezivu (169 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ mléka), které rychle doplní tkáňové zásoby novorozence. Nejmenší koncentrace je ve zralém mléce (69 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ mléka). S dobou kojení se tedy obsah vitamínu v mateřském mléce snižuje viz tabulka č.1 (Cabezuelo a kol., 2020).

Vztah mezi příjmem vitamínu A a jeho koncentracemi v séru a mateřském mléku studovala studie da Silva a kol. 2019. Vzorok mateřského mléka a séra byly odebrány 43 brazilským ženám 3x (poprvé 25–74 dnů po porodu a poté vždy měsíc po předchozím odběru). Ve studii byly zjištěné průměrné koncentrace v mateřském mléce

1,57 $\mu\text{mol/l}$ a v séru 1,66 $\mu\text{mol/l}$. Pouze při prvním odběru byla u 5 % kojících žen zjištěna nízká sérová koncentrace vitamínu A (nižší než 0,7 $\mu\text{mol/l}$), v mateřském mléce byly nízké koncentrace vitamínu A (pod 1,05 $\mu\text{mol/l}$) zjištěny maximálně u 14 % vyšetřených žen. Studie také prokázala závislost mezi příjmem vitamínu A a jeho sérovou koncentrací.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 1,5 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 0,5 mg a pro kojence 4-11 měsíců 0,6 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

V případě, že kojící matka trpí nedostatkem vitamínu A, tak i její mateřské mléko ho obsahuje menší množství. To má za následek vyšší náchylnost kojence k infekčním onemocněním a zvyšuje se riziko bronchopulmonálních onemocnění (Cabezuelo a kol., 2020).

Mezi první příznaky deficitu patří xeroftalmie, která může přejít až v šeroslepost. Xeroftalmie je zdravotní stav, kdy dochází ke snížené sekreci slz. Mezi další příznaky se řadí například poruchy vývoje orgánů, růstu, reprodukce; hyperkeratóza aj. (Cabezuelo a kol., 2020; Muntau, 2014).

Hypervitaminóza

Při příjmu dávky 150-1200 mg během dvou dnů dospělým člověkem, u dětí školního věku po jednorázové dávce přibližně 45 mg a u malých dětí po dávce asi 22 mg se objevuje akutní otrava. Akutní otrava se projevuje např. slabostí, závratěmi, bolestí hlavy, zvracením, hepatosplenomegalií a zvýšeným intrakraniálním tlakem. Následně se objevuje svědění, erytém a olupování kůže (Rutkowski a Grzegorzcyk, 2012).

Chronická otrava vzniká při dlouhodobém příjmu vitamínu A v dávce větší než 30 mg/den, kdy dospělí lidé tuto dávku užívají po dobu minimálně několika týdnů. U dětí je toxické užívání dávky 3-9 mg/den po dobu 2-6 měsíců. U kojenců vzniká chronická otrava při užívání dávky 3 mg po dobu 1-3 měsíců. Chronická otrava se projevuje např. zvýšenou únavou, dvojitým viděním, poruchami spánku, praskáním a krvácením rtů a dásní, kožními vyrážkami, aplastickou anémií, objevují se páteřní a kloubní bolesti. Dále se zvyšuje lámavost kostí, protože dochází k jejich odvápnění (Rutkowski a Grzegorzcyk, 2012).

7.1.2 Vitamin D (kalciferol)

Existují dvě formy vitamínu D, a to ergokalciferol (vitamin D₂) a cholekalciferol (vitamin D₃) (Wagner a Hollis, 2020). Tyto dvě formy se souhrnně označují jako kalciferol (Morse, 2012). Ergokalciferol je syntetizován rostlinami a houbami. Cholekalciferol je především syntetizován v lidské kůži. Ergokalciferol i cholekalciferol mohou lidé metabolizovat (Wagner a Hollis, 2020). Denní dávky se uvádějí v µg nebo IU (International Unit). 1 µg vitamínu D odpovídá 40 IU (Stránská a kol., 2011).

Zdroj

Jen některé potraviny, které jsou převážně živočišného původu, jsou zdrojem cholekalciferolu. Jedná se například o ryby, maso, vnitřnosti, vejce a mléčné výrobky. Ergokalciferol se vyskytuje například v houbách (Schmid a Walther, 2013).

Lidé získávají většinu vitamínu D působením slunečního záření na kůži. Západní styl života, kdy člověk tráví více času v místnostech než venku, brání dostatečnému vystavení kůže slunečnímu záření. Mezi další faktory, které negativně ovlivňují jeho syntézu, patří oblékání, opalovací krémy a pigmentace kůže. Navíc intenzitu slunečního záření snižuje i roční období a zeměpisná šířka (Schmid a Walther, 2013).

Biologické funkce

Vitamin D ovlivňuje vápník a fosfor v lidském organismu. V ledvinách zvyšuje jejich zpětnou resorpci a zvyšuje jejich absorpci ve střevě. Jeho dostatečné množství tedy podporuje mineralizaci rostoucí kosti a dostatečné ukládání kalciumfosfátu (Muntau, 2014). Také inhibuje uvolňování parathormonu, který navozuje kostní resorpci (Muntau, 2014; Silbernagl a Despopoulos, 2016). Dále například také reguluje imunitu a buněčnou diferenciaci (Muntau, 2014).

Aby mohl vitamin D plnit své funkce, tak musí nejdříve proběhnout jeho aktivace. Pokud se kůže vystaví ultrafialovému záření B (vlnová délka 290-320 nm), tak v kůži ze 7-dehydrocholesterolu vzniká neaktivní forma vitamínu D₃ (cholekalciferol) (Wagner a Hollis, 2020). Následně probíhá hydroxylace cholekalciferolu v játrech. Touto reakcí vzniká 25-(OH)-vitamin D₃ (kalcidiol), který se následně v ledvinách další hydroxylací mění na 1,25-(OH)-vitamin D₃ (kalcitriol), což je aktivní forma vitamínu D₃ (Schmid a Walther, 2013).

Hladina vitamínu v mateřském mléce

DDD nepostačuje na dostatek vitamínu D v mateřském mléce. Nedostatek vitamínu D v mateřském mléce se řeší podáváním vitamínu D dítěti v dávce 400 IU/den. Existuje ale i druhá možnost, jak zvýšit množství vitamínu D u kojence, a to podáváním dávky 6 400 IU/den matce. Tato dávka bezpečně dodává mateřskému mléku

dostatek vitamínu D (Hollis, 2015). Konkrétní hodnoty koncentrací vitamínu D viz tabulka č.1.

Studie Gellert, Ströhle a Hahn 2016 zkoumala nedostatek vitamínu D u kojících a nekojících žen. Do studie bylo zařazeno 124 kojících a 124 nekojících žen. Nízké hladiny 25-(OH)-vitamínu D₃ v séru (nižší než 50,0 nmol/l) byly naměřeny u 75,8 % kojících žen a u 58,9 % nekojících žen. Optimální hladiny dosáhlo pouze 5,6 % kojících žen a 9,7 % nekojících žen. Kojící ženy měly čtyřikrát vyšší riziko nedostatku vitamínu D ve srovnání s nekojícími.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 5 µg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD dávka 10 µg a pro kojence 4-11 měsíců 10 µg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Nedostatečné množství je u novorozenců spojeno s křivicí (rachitidou). Jedná se o poruchu mineralizace rostoucí kosti a nedostatečné ukládání kalciumfosfátu (Muntau, 2014). Nedostatek také dále způsobuje: vyšší výskyt zubního kazu v raném dětství, špatný růst, zvýšené riziko cukrovky, astmatu a zvýšené riziko akutních infekcí dolních dýchacích cest (Geohagan, 2018). U dospělých lidí nedostatek způsobuje osteomalacii (Schmid a Walther, 2013).

Hypervitaminóza

Otrava vitamínem D je důsledkem podávání jeho vysokých dávek po dobu více týdnů. Tyto vysoké dávky mají za následek zvýšení koncentrací kalcidiolu a kalcitriolu v séru, to následně vede ke zvýšené resorpci vápníku ze střeva a kostí, vzniká tzv. hyperkalcemický syndrom. Příznaky hyperkalcemického syndromu jsou např. kalcifikace v měkkých tkáních, nefrokalcinóza, ztráta chuti k jídlu, nauzea, zvracení, dehydratace, polyurie a bradykardie (Muntau, 2014).

7.1.3 Vitamin E (tokoferol)

Vitamin E je název, který zahrnuje 2 hlavní skupiny, tokotrienoly a tokoferoly. Obě skupiny mají 4 izomery (α , β , γ a δ) (Mohd Zaffarin a kol., 2020). Pro lidský organismus je významný především α -tokoferol (Khadangi, Azzi, 2019). Pro přepočítání mezi jednotlivými formami je zavedený pojem tzv. ekvivalent tokoferolu. 1 ekvivalentu α -tokoferolu odpovídá 1 mg α -tokoferolu, 2 mg β -tokoferolu, 4 mg γ -tokoferolu nebo 3,3 mg α -tokotrienolu (Stránská a kol., 2011).

Zdroj

Vyskytuje se v potravinách jako jsou například rostlinné oleje, rýžové otruby, olivy, sója, ořechy a obiloviny (Mohd Zaffarin a kol., 2020).

Biologické funkce

V graviditě ženy se vitamin E přenáší placentou k plodu pouze omezeně. Vitamin E novorozenec získává hlavně po porodu z mateřského mléka (Silva a kol., 2017).

Jedná se o antioxidant, který chrání nenasycené mastné kyseliny před oxidací, což má za následek stabilizaci membránových lipidů (Muntau, 2014). Tento antioxidantní účinek souvisí s jeho strukturou. Základ vitaminu E tvoří chromanový kruh. Na tomto skeletu je umístěna hydroxylová skupina, jejíž atom vodíku slouží k redukci volných radikálů. Právě díky své struktuře může vylučovat ROS v lidském těle (Mohd Zaffarin a kol., 2020).

Mimo jiné také poskytuje ochranu proti ataxii s izolovaným deficitem vitaminu E a posiluje imunitu (Khadangi, Azzi, 2019).

Hladiny v mateřském mléce

S dobou kojení obsah tohoto vitaminu v mateřském mléce klesá. Největších hodnot dosahuje v mlezivu (1100 $\mu\text{g}/100\text{g}$ mléka) a nejmenších ve zralém mléce (278 $\mu\text{g}/100\text{g}$ mléka), viz tabulka č.1 (Silva a kol., 2017). Mlezivo pomáhá kojencům k nahromadění zásob a slouží jako prevence nedostatku vitaminu E (da Silva Ribeiro a kol., 2016).

Koncentraci vitaminu E v séru a mateřském mléku studovala studie da Silva a kol., 2019. Vzorky mateřského mléka a séra byly odebrány 43 brazilským ženám 3x (poprvé 25 – 74 dnů po porodu a poté vždy měsíc po předchozím odběru). Během 1. odběru byla koncentrace sérového α -tokoferolu průměrně 30,18 $\mu\text{mol}/\text{l}$. Nízké hladiny v séru (nižší než 12 $\mu\text{mol}/\text{l}$) nebyly během 1. odběru naměřené u žádné ženy. Během 3. odběru klesla průměrná sérová hladina na hodnotu 25,49 $\mu\text{mol}/\text{l}$, v tomto období nedostatkem trpělo 7 % kojících žen. Všechny odběry mateřského mléka dosahovaly hodnot průměrně okolo 8 $\mu\text{mol}/\text{l}$. V mateřském séru se koncentrace snižují, ale v mléce zůstávají stejné. Je to dáno tím, že se využívají zásoby matky.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 17 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 3 mg a pro kojence 4-11 měsíců 4 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Vitaminu E má lidské tělo zpravidla dostatek, ale například syndrom maldigesce nebo malabsorpce může být příčinou hypovitaminózy (Muntau, 2014). Hypovitaminóza se projevuje ataxií, hemolytickou anémií, retinopatií, myopatií a sníženou reakcí na infekční podněty (Martini a kol., 2020).

U novorozenců se nedostatek projevuje hemolytickou anémií, bronchopulmonální dysplazií, neurologickou dysfunkcí a zvýšenou novorozeneckou mortalitou (Silva a kol., 2017).

Hypervitaminóza

V porovnání s vitamínem A a D je vitamin E méně toxický (Rutkowski a Grzegorzcyk, 2012). Vysoké dávky mohou způsobit únavu, nevolnost, průjem a svalovou slabost. V případě, že by člověk užíval extrémně velké dávky, (vyšší než 1 g/den) se může objevit krvácení (Martini a kol., 2020).

7.2 Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitaminy B₁, B₂ a B₃ (resorbuje se z jejunu) a C (resorbuje se z ilea) se vstřebávají symportem s Na⁺, jedná se tedy o sekundárně aktivní transportní mechanismus. Vitamin B₆ se vstřebává pasivně (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

Vstřebávání vitaminu B₉ je o něco složitější. V potravě se vitamin B₉ vyskytuje především jako pteroylpolyglutamát (až se 7 glutamylovými zbytky), v menší míře je ve stravě obsažen i jako pteroylmonoglutamát (Stránská a kol., 2011; Silbernagl a Despopoulos, 2016). Pteroylmonoglutamát se vstřebává z více než 90 %. Pteroylpolyglutamát se vstřebává hůře, a to přibližně okolo 50 % (Stránská a kol., 2011). Enzymy pteroylpolyglutamáthydrolázy odštěpují glutamylové zbytky, a tak se kyselina pteroylglutamová následně může ze střeva vstřebávat aktivním transportním mechanismem. Následně ve slizniční buňce z části pteroylglutamové kyseliny vzniká 5-methyltetrahydrofolová kyselina (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

V potravě je vitamin B₁₂ (extrinsic factor) vázaný na proteiny (Stránská a kol., 2011; Silbernagl a Despopoulos, 2016). V žaludku se nachází kyselina chlorovodíková, která rozštěpí tuto vazbu, a tak vzniká samotný vitamin B₁₂. Poté se vitamin B₁₂ váže hlavně na R-protein ze slin nebo i na intrinsic factor (IF) z parietálních buněk žaludku. V duodenu dochází působením trypsinu k uvolnění vitaminu B₁₂ z vazby s R-proteinem. Vitamin B₁₂ následně vytvoří komplex s IF, který se v distálním ileu váže na specifické receptory, a díky tomu se vitamin B₁₂ dostává do plazmy. V plazmě se nachází proteiny transkobalamin (TC) I, II a III, na které se vitamin B₁₂ váže. Úlohou TC I je tvorba plazmatické zásoby. Funkcí TC II je distribuce do cílových tkání. TC III dopravuje nadbytek a nevhodné deriváty do jater, kde dojde k jejich uložení nebo k jejich eliminaci žlučí (Silbernagl a Despopoulos, 2016).

7.2.1 Vitamin B₁ (thiamin)

Jako první vitamin skupiny B byl objevený vitamin B₁, který je také známý pod názvem thiamin nebo aneurin (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2012; Turck a kol., 2016). Účinnou formou je thiaminpyrofosfát (=thiamindifosfát) (Kerns a Gutierrez, 2017).

V těle člověka a potravinách živočišného původu se nejčastěji nachází hlavně ve fosforylovaných formách (thiaminmonofosfát, thiamindifosfát, thiamintrifosfát), než volný nefosforylovaný thiamin, který se vyskytuje v rostlinné potravě. V lumen střeva se fosforylované formy hydrolyzují za přítomnosti fosfatáz (Turck a kol., 2016).

Zdroj

Vyskytuje se v potravinách jako: maso, játra, ořechy celozrnné produkty, droždí, luštěniny a brambory (Stránská a kol., 2011; Muntea, 2014).

Biologické funkce

Vitamin B₁ se uplatňuje v reakcích, při kterých dochází k tvorbě energie. Je nepostradatelný pro metabolismus aminokyselin a sacharidů (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2012). Thiaminpyrofosfát funguje jako kofaktor komplexů pyruvátdehydrogenázy, α -ketoglutarátdehydrogenázy a dehydrogenázy α -ketokyselin. Pyruvátdehydrogenáza se účastní přeměny pyruvátu na acetyl-CoA. α -ketoglutarátdehydrogenáza zodpovídá za přeměnu α -ketoglutarátu na sukcinyl-CoA. Dehydrogenázy α -ketokyselin se účastní vzniku acetyl-CoA a sukcinyl-CoA z leucinu, isoleucinu a valinu. V neposlední řadě je také kofaktorem transketolázy, která se účastní pentózového cyklu. Produktem tohoto cyklu je NADPH a ribóza 5-fosfát, který se následně uplatňuje v dalších reakcích (Kerns a Gutierrez, 2017).

Hladiny v mateřském mléce

V mateřském mléce se vitamin B₁ nachází přibližně v 30 % jako thiamin a přibližně v 70 % jako thiaminmonofosfát. V případě, že matka trpí deficitem thiaminu, tak to má za následek rychlý pokles koncentrace vitaminu v mléce. Suplementací lze zvýšit množství v mateřském mléce (Allen, 2012). Koncentrace vitaminu B₁ v mateřském mléku viz tabulka č.1.

Za nedostatek vitaminu B₁ považujeme koncentrace thiamindifosfátu v plné krvi nižší než 95 nmol/l (Gallant a kol., 2021).

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 1,4 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 0,2 mg a pro kojence 4-11 měsíců 0,4 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Deficit vitamínu B₁ způsobuje onemocnění jako beri-beri (suchá, vlhká a infantilní), Wernickeho encefalopatii a Korsakovovu psychózu. Suchá beri-beri zahrnuje neurologické příznaky (např. periferní neuropatii). Vlhká beri-beri se projevuje kardiovaskulárními problémy (např. tachykardií). Wernickeho encefalopatie má za následek oční problémy, ataxii a poruchy vědomí. Mezi příznaky Korsakovovy psychózy patří např. amnézie a dezorientace (Turck a kol., 2016).

Infantilní beri-beri se vyskytuje u kojenců ve věku od 2 do 6 měsíců. Vyskytuje se v případě, že kojící matka trpí nedostatkem vitamínu B₁. Infantilní beri-beri se projevuje neurologickými i srdečními příznaky (Turck a kol., 2016).

7.2.2 Vitamin B₂ (riboflavin)

Jeho aktivní deriváty jsou flavinmononukleotid (FMN) a flavinadenindinukleotid (FAD) (Mosegaard a kol., 2020).

Zdroj

Důležitými zdroji vitamínu B₂ jsou tučné ryby, maso, mléko, ořechy, špenát, fazole, a dokonce také některé druhy ovoce (Mosegaard a kol., 2020).

Biologické funkce

Ve fosforylované formě má význam v oxidoredukčních reakcích (Wenke a kol., 1986). Riboflavin společně s jeho fosforylovanými deriváty (FAD a FMN), jež jsou kofaktory enzymů, hraje klíčovou úlohu v tvorbě energie (Mosegaard a kol., 2020). Účastní se metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin (Mahabadi, Bhusal, Banks, 2022).

Riboflavin je také antioxidant. Tento antioxidační účinek spočívá v tom, že FAD je kofaktorem glutathionu. Toho se využívá při porodu, kdy dítě rychle přechází z prostředí hypoxického do prostředí hyperoxického. Tento přechod doprovází peroxidační reakce, proti které působí právě glutathion (Mosegaard a kol., 2020).

Dále se také podílí na udržení zdravého stavu pokožky a vlasů. Mimo jiné je důležitý pro správný vývoj, laktaci a reprodukci (Mahabadi, Bhusal, Banks, 2022).

Hladiny v mateřském mléce

Vitamin B₂ je obsažen v mateřském mléce v podobě 54 % FAD, 39 % riboflavinu, a také malého množství jiných flavinů. V případě, že matka trpí nedostatkem riboflavinu, tak to má za následek rychlý pokles koncentrací vitamínu v mléce. Nízké koncentrace mohou být zvýšené suplementací (Allen, 2012). Koncentrace vitamínu B₂ v mateřském mléku viz tabulka č.1.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 1,6 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 0,3 mg a pro kojence 4-11 měsíců 0,4 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Po několika měsících nedostatečného příjmu riboflavinu člověkem se začínají objevovat příznaky nedostatku, jako jsou bolest v krku, vypadávání vlasů, anémie a poruchy nervových funkcí (Mosegaard a kol., 2020). Mezi další příznaky se řadí hyperkeratóza kůže, cheilóza, zánět jazyka, seboroická dermatitida, zánět očních spojivek, fotofobie a keratitida (Muntau, 2014).

7.2.3 Vitamin B₃ (niacin)

Název vitamin B₃ zahrnuje kyselinu nikotinovou a nikotinamid (Redzic a Gupta, 2020). Tyto zmiňované látky se nachází ve struktuře koenzymů NAD (nikotinamidadenindinukleotid) a NADP (nikotinamidadenindinukleotidfosfát) (Muntau, 2014).

Zdroj

Vitamin B₃ obsahují potraviny jako ryby, maso, obiloviny, chléb, luštěniny a ořechy (Redzic a Gupta, 2020). Vitamin B₃ se nezískává pouze z potravy, ale je také syntetizován z tryptofanu v játrech a ledvinách člověka. Ze 60 mg esenciální aminokyseliny tryptofanu vznikne přibližně 1 mg niacinu (Stránská a kol., 2011).

Biologické funkce

NAD a NADP se účastní oxidačně-redukčních dějů. Redukcí NAD⁺ vzniká NADH, tuto reakci katalyzují dehydrogenázy. NAD⁺ a redukovaný NADH se uplatňují při glykolýze a mitochondriální oxidativní fosforylaci (Xiao a kol., 2018).

NAD⁺ kinázy zprostředkovávají fosforylaci NAD⁺ na NADP⁺. NADP⁺ a redukovaný NADPH má význam při syntéze mastných a nukleových kyselin, a také se podílí na udržení redoxní rovnováhy (Xiao a kol., 2018).

Hladiny v mateřském mléce

V mateřském mléce najdeme vitamin B₃, ale i tryptofan, jehož koncentrace v mléce je přibližně 210 mg/l (Institute of Medicine, 1998). Rozsah přeměny tryptofanu na ekvivalenty niacinu není znám, je to způsobené tím, že je v dětství vysoký obrat bílkovin a pozitivní dusíková bilance (Stránská a kol., 2011; Institute of Medicine, 1998). Z tohoto důvodu se pro kojence udává jen potřeba předem vytvořeného niacinu, která je odhadovaná pro mladší kojence na 2 mg/den (Institute of Medicine, 1998; Stránská a kol., 2011). Koncentrace vitaminu B₃ v mateřském mléku viz tabulka č.1.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 17 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 2 mg a pro kojence 4-11 měsíců 5 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Nedostatek niacinu se projevuje onemocněním, které se nazývá pelagra. Příčiny nedostatku vitaminu B₃ jsou například malabsorpční syndrom, chronický alkoholismus a nedostatek vitaminu B₃ ve stravě. Hlavní triádu příznaků pelagry představuje průjem, dermatitida a demence. Kůže jedince je přecitlivělá na sluneční záření. Následně kůže, která byla vystavena slunečnímu záření hnědne a objevují se na ní kožní léze. Na začátku onemocnění se mohou objevit příznaky jako úzkost, únava a deprese. Dále se také může vyskytnout glositida, cheilóza, stomatitida, nauzea a zvracení. Neléčená pelagra může vést k demenci, deliriu, a nakonec až ke smrti jedince (Redzic a Gupta, 2020).

7.2.4 Vitamin B₆ (pyridoxin)

Zahrnuje šest forem, a to pyridoxin, pyridoxal, pyridoxamin a jejich fosforylované deriváty (pyridoxal 5'-fosfát, pyridoxin 5'-fosfát a pyridoxamin 5'-fosfát) (Stach a Stach, Augoff, 2021).

Zdroj

Nachází se v rybách, mase (kuřecím a vepřovém), droždí, zelenině (zelí, čočka, zelené fazole), bramborách, obilninách, banánech, vejcích a celozrnných výrobcích (Muntau, 2014; Stránská a kol., 2011).

Biologické funkce

Potravou lidé přijímají pyridoxin, pyridoxal a pyridoxamin (Stach, Stach a Augoff, 2021). V lidském organismu jsou tyto látky následně fosforylovány pyridoxalkinázou na aktivní fosfáty (Stach, Stach a Augoff, 2021; Hellmann a Mooney, 2010). Tyto fosforylované deriváty hrají úlohu jako kofaktory v celé řadě reakcí (Hellmann a Mooney, 2010). Uplatňují se v metabolismu tuků, sacharidů, aminokyselin a nukleových kyselin (Stach, Stach a Augoff, 2021). Mimo jiné se účastní i biosyntézy neurotransmiterů (serotonin, dopamin a kyselina γ -aminomáselná) (Hellmann a Mooney, 2010).

Hladiny v mateřském mléce

Vitamin B₆ se nachází v mateřském mléce přibližně v 75 % jako pyridoxal, přibližně v 9 % jako pyridoxalfosfát a v malém množství i jako pyridoxamin a pyridoxin. V případě, že matka trpí deficitem vitamínu B₆, tak to má za následek rychlý pokles koncentrace vitamínu v mléce. Suplementací lze zvýšit množství v mateřském mléce (Allen, 2012).

Kojením matka denně přichází přibližně o 0,1 mg vitamínu B₆. Už v období třetího trimestru těhotenství je zhoršená saturace tímto vitamínem. V době kojení má tedy matka doplnit své zásoby po těhotenství a zároveň má pokrýt i ztráty mateřským mlékem. Vzhledem k tomu se kojící ženě oproti dospělé ženě, která není těhotná ani kojící, navyšuje dávka o 0,7 mg/den (Stránská a kol., 2011). Obsah vitamínu B₆ je v mlezivu nízký a ve zralém mléce se pohybuje mezi hodnotami 50 a 250 $\mu\text{g/litr}$ (Institute of Medicine, 1991). Koncentrace vitamínu B₆ v mateřském mléku také viz tabulka č.1.

Studie Heiskanen a kol. 1996 zkoumala, jaký vliv má stav vitamínu B₆ u kojící matky na její dítě. 54 % kojících žen užívalo vitamin B₆ během těhotenství, všechny ženy v období kojení dostávaly dávku 1 mg/den pyridoxinu hydrochloridu. Bylo zjištěno, že 5x častěji se vyskytují nízké hladiny vitamínu B₆ u kojenců, jejichž matky nebyly během těhotenství suplementovány. Toto zjištění bylo nezávislé na aktuálním stavu tohoto vitamínu u kojící matky.

Studie Heiskanen a kol. 1996 dále zjistila, že zásoby, které dítě nahromadí během těhotenství, udržují přiměřené hodnoty vitamínu u kojence během prvních 4 měsíců jeho života. Během těchto 4 měsíců je tedy stav vitamínu B₆ u kojence nezávislý na stavu tohoto vitamínu u matky. Nízká koncentrace vitamínu B₆ se ve 2. měsíci

vyskytoval u kojenců, kteří se narodili matkám, které během těhotenství nebyly suplementovány. Během 6. až 7,5. měsíce života kojence se objevuje korelace mezi koncentrací vitamínu B₆ u matky a kojence. Pokud tedy matka trpí nedostatkem v tomto období, tak i kojeneček trpí nedostatkem. V tomto období mělo nízké hladiny 30 % výhradně kojenečků dětí. U kojících matek se koncentrace vitamínu B₆ zvyšuje po porodu bez ohledu na množství suplementace.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 1,9 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 0,1 mg a pro kojence 4-11 měsíců 0,3 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Projevuje se epileptickými záchvaty a polyneuropatií. Dalšími příznaky mohou být dermatitida, mikrocytární anémie a glossitida (Muntau, 2014).

V případě, že novorozenec trpí epileptickými záchvaty, tak se doporučuje na zkoušku podat vitamin B₆ intravenózně. V případě, že epileptický záchvat byl způsoben nedostatkem tohoto vitamínu, tak po aplikaci vitamínu B₆ vymizí (Muntau, 2014).

7.2.5 Vitamin B₉ (kyselina listová)

Vitamin B₉ se také nazývá kyselina listová, kyselina pteroylglutamová nebo folát. Člověk je závislý na jeho získávání z potravy, protože si jej neumí syntetizovat (Liew, 2016).

Zdroj

Nachází se v zelenině (špenát, zelí, kapusta, rajčata a okurky). Dále ho obsahují například i pomeranče, hroznové víno, pšeničné klíčky, sója, játra a vejce (Stránská a kol., 2011).

Biologické funkce

V lidském těle kyselina listová podléhá redukcii v enterocytech a hepatocytech, za přítomnosti dihydrofolátreduktázy. Následkem toho vzniká dihydrofolát a tetrahydrofolát (Shulpekova a kol., 2021). V krevním řečišti se nachází ve formě 5-methyltetrahydrofolátu (Liew, 2016). Biologicky nejaktivnější formou je kyselina tetrahydrofolová a 5-methyltetrahydrofolát. Kyselina tetrahydrofolová je důležitá pro přenos jednoválcových zbytků, toho se využívá při syntéze deoxyribonukleové kyseliny

(DNA). 5-methyltetrahydrofolát hraje úlohu např. v přeměně homocysteinu na methionin (Shulpekova a kol., 2021).

Hladiny v mateřské mléce

Kojenec během dne přijme přibližně 750 ml mateřského mléka. Pokud kojící matka přijímá dostatečné množství tohoto vitamínu, tak její zralé mateřské mléko obsahuje v těchto 750 ml asi 60 µg folátu. Oproti dospělé ženě, která není těhotná ani kojící, je denní množství kojící ženy navýšené o 200 µg, a to kvůli sekreci do mléka a zvýšené látkové výměně (Stránská a kol., 2011).

Pokud kojící matka přijímá méně vitamínu B₉, než se vylučuje do mateřského mléka, tak se tento vitamin nejdříve vylučuje hlavně do mateřského mléka a jeho množství v mateřském mléce se zachová na úkor matky (Allen, 2012; Institute of Medicine, 1991). Z tohoto důvodu tedy v období kojení profituje ze suplementace především matka (Allen, 2012). Koncentrace vitamínu B₆ v mateřském mléku také viz tabulka č.1.

Studie Su a kol. 2022 zkoumala množství vitamínu B₉ v mateřském mléce. Studie se zúčastnilo 205 čínských kojících matek v období 1-400 dnů po porodu. V této studii se v mateřském mléce měřily hladiny 5 folátů, které se vyskytují v mléce, a to tetrahydrofolátu, 5-methyl-tetrahydrofolátu, 5,10-methenyl-tetrahydrofolátu, 5-formyl-tetrahydrofolátu a nemetabolizované kyseliny listové. Bylo zjištěno, že hladiny celkového folátu se s dobou laktace zvyšují a největších hladin dosahují ve zralém mléce. Složení mateřského mléka se s dobou laktace mění, ale 5-methyltetrahydrofolát tvoří po celou dobu kojení největší část celkového folátu. Koncentrace 5-methyl-tetrahydrofolátu dosahuje průměrných hodnot v rozmezí od 8,52 ng/ml v kolostru (65 % z celkového folátu v mléce) až do 40,65 ng/ml v mléce 200-240 dní po porodu (71 % z celkového folátu v mléce).

Studie Mackey a Picciano 1999 studovala koncentrace folátu u kojících žen. 21 kojících žen dostávalo 1 mg kyseliny listové a 21 kojících žen dostávalo placebo tabletu bez kyseliny listové. Po 6 měsících hodnoty erytrocytárního folátu dosahovaly u suplementovaných žen průměrně 840,2 nmol/l a u nesuplementovaných žen 667,3 nmol/l. Průměrné hodnoty mléčného folátu dosahovaly u suplementovaných žen 181,9 nmol/ a u nesuplementovaných žen 187,0 nmol/l. Průměrné hodnoty plazmatického folátu dosahovaly u suplementovaných žen 47,6 nmol/l a u nesuplementovaných žen 36,8 nmol/l. Nedostatečné hodnoty naznačují koncentrace v séru pod 6,8 nmol/l a v erythrocytech hodnoty pod 340 nmol/l. Odhaduje se, že až 1/3 těhotných a kojících žen z celého světa trpí nedostatkem folátu.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 600 µg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 60 µg a pro kojence 4-11 měsíců 80 µg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Deficit se nejvýrazněji projevuje v buňkách s rychlou obměnou, a to v buňkách kostní dřeně a v epitelu trávicí soustavy (Perlík, 2008).

U kojenců se vyskytují příznaky jako např. průjem, pancytopenie, megaloblastová makrocytární anémie a orální mukozitida (Shulpekova a kol., 2021; Martínková a kol., 2018).

Příčinou vzniku deficitu u dospělých lidí může být alkoholismus, těhotenství, poruchy výživy u starších lidí a léky (např. methotrexát, trimetoprim, fenytoin). Následkem deficitu vitamínu B₉ nebo B₁₂ vzniká megaloblastová makrocytární anémie, jejíž příčinou je porušená syntéza DNA (Hariz, Bhattacharya, 2021). Dalšími příznaky deficitu jsou např. slizniční vředy, neplodnost u mužů, svalová slabost, problémy s chůzí a zvýšené riziko aterosklerózy (Shulpekova a kol., 2021). V graviditě hrozí nebezpečí defektu neurální trubice (spina bifida) u plodu (Shulpekova a kol., 2021).

7.2.6 Vitamin B₁₂ (kyanokobalamin)

Základ struktury vitamínu B₁₂ tvoří korinový kruh (Institute of Medicine, 1998). Vitamin B₁₂ se vyskytuje v různých formách. Neaktivní formy v lidském těle jsou kyanokobalamin a hydroxokobalamin. V lidském těle se ale také nachází aktivní formy, a to methylkobalamin a adenosylkobalamin (Zhang a kol., 2013).

Zdroj

Potraviny, které jsou bohaté na vitamin B₁₂, jsou živočišného původu. Jedná se například o maso, mléčné výrobky, vejce a ryby (Obeid a kol., 2019).

Biologické funkce

Adenosylkobalamin je kofaktorem L-methylmalonyl-CoA mutázy, která se uplatňuje při přeměně L-methylmalonylu-CoA na sukcinyl-CoA. Methylkobalamin je kofaktorem methionin syntázy při konverzi homocysteinu a 5-methyltetrahydrofolátu na methionin a tetrahydrofolát. Funkcí vitamínu B₁₂ je udržet normální krvetvorbu a správné neurologické funkce (Institute of Medicine, 1998).

Hladiny v mateřském mléce

Pokud kojící matka trpí nedostatkem vitamínu B₁₂, tak to má za následek pokles koncentrace vitamínu v mléce. Suplementace tímto vitamínem v období kojení zvyšuje koncentrace v mléce pouze nepatrně. Je možné, že začínat se suplementací vitamínu B₁₂ v období kojení za účelem zvýšení koncentrace v mateřském mléce, je pozdě (Allen, 2012). Koncentrace vitamínu B₁₂ v mateřském mléku viz tabulka č.1.

Studie Chebaya a kol. 2017, která zkoumala hladiny vitamínu B₁₂ u kojících žen, se zúčastnilo 124 kojících žen a 102 kojenců z Kanady a 69 kojících žen a 50 kojenců z Kambodže. Kanadské ženy byly (od 13.- 22. týdne těhotenství až do 8. týdne po porodu) denně suplementovány 12 µg vitamínu B₁₂. Kambodžské ženy byly bez suplementace vitamínem B₁₂. V minulosti byla za deficit vitamínu B₁₂ v mateřském mléku stanovena hodnota pod 362 pmol/l, která ale byla získána za využití starší laboratorní techniky. V mateřském mléce pod touto starou hranicí skončilo 50 % kanadských žen a 75 % kambodžských žen. Deficit vitamínu B₁₂ v séru značí hodnota pod 148 pmol/l, na okrajový deficit ukazují hodnoty mezi 148-221 pmol/l. Sérové hladiny u matek a kojenců a také hladiny v mateřském mléce byly znatelně vyšší u Kanadčanů. Skoro všechny matky z Kanady (99 %) a Kambodži (97 %) a i kojenci z Kanady (94 %) a Kambodži (84 %) měli dostatek tohoto vitamínu (více než 221 pmol/l).

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 4 µg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 0,4 µg a pro kojence 4-11 měsíců 0,8 µg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Jednou z příčin deficitu u kojence je nedostatek vitamínu B₁₂ u kojící matky, následně se příznaky deficitu u kojence objevují okolo 4. až 7. měsíce života. Objevuje se zpomalení růstu, mozková atrofie, svalové, behaviorální a vývojové problémy. Okolo 40-50 % ale nelze ani vhodnou terapií vyléčit (Allen, 2012).

Příčinou nedostatku vitamínu B₁₂ je nejčastěji perniciózní anémie, malabsorpce a postresekční megaloblastová anémie (Perlík, 2008; Martínková a kol., 2018). Perniciózní anémie je autoimunitní onemocnění, při kterém se vytváří protilátky proti parietálním buňkám žaludku, které produkují IF. Právě díky tomu jsou parietální buňky zničené a neschopné produkovat IF. Důsledkem toho se vitamín B₁₂ nemůže vstřebávat (Vasavada, Sanghavi, 2022).

Nedostatek se projevuje se megaloblastovou makrocytární anémií (Martínková a kol., 2018). Deficit vitamínu se projevuje také neurologickými příznaky (např. brnění a necitlivost končetin, motorické poruchy, abnormality chůze, dezorientace, demence, ztráta koncentrace až ztráta paměti) (Institute of Medicine, 1998). Je důležité odlišit, zda se jedná o deficit vitamínu B₉ nebo B₁₂, protože podávání vitamínu B₉ v případě deficitu vitamínu B₁₂ vede pouze k odstranění anémie, ale neodstraní neurologické příznaky (Perlík, 2008).

7.2.7 Vitamin C (kyselina askorbová)

Pro vitamin C se také používá označení kyselina L-askorbová. Název vitamin C zahrnuje i kyselinu L-dehydroaskorbovou, jejíž redukcí v těle člověka vzniká kyselina L-askorbová (Doseděl a kol., 2021).

Většina obratlovců si umí vitamin C syntetizovat za pomoci L-gulono-1,4-laktonoxidázy. Člověku, a i jiným obratlovcům (např. morčatům, netopýrům a primátům) L-gulono-1,4-laktonoxidáza chybí. Člověk je tedy závislý na získávání vitamínu C z potravy, protože si jej neumí syntetizovat (Doseděl a kol., 2021).

Zdroj

Mezi potraviny, které obsahují vitamin C, patří ovoce (černý rybíz, kiwi a jahody) a zelenina (brokolice, kapusta, paprika a kysané zelí). Za nejbohatší evropské zdroje se považuje rakytník a šípek. Významným zdrojem jsou pro člověka brambory, které sice obsahují relativně malé množství vitamínu C, ale člověk jich sní velké množství. Další výhodou brambor je, že i po uvaření jsou zdrojem vitamínu C (Doseděl a kol., 2021).

Biologické funkce

Vitamin C je kofaktorem enzymů dioxygenáz a monooxygenáz. Dioxygenázy se uplatňují při syntéze karnitinu a kolagenu, genové transkripci, regulaci translace a eliminaci tyrosinu. Monooxygenázy mají význam při syntéze hormonů (noradrenalin/adrenalin a peptidové hormony). V aktivním místě dioxygenáz a monooxygenáz se vyskytuje železo nebo měď. Vitamin C nejspíše tento kov udržuje v redukováném stavu, nebo tento kov redukuje (Doseděl a kol., 2021).

Při syntéze karnitinu se uplatňují dioxygenázy, které potřebují vitamin C. Karnitin má významnou úlohu při transportu mastných kyselin do mitochondrií, a tedy také při produkci energie β -oxidací. Deficit vitamínu C u člověka má za následek narušení biosyntézy karnitinu, což způsobuje celkovou slabost nebo bolesti svalů člověka (Tardy a kol., 2020).

Vitamin C hraje důležitou roli i při vstřebávání železa. Železo se vstřebává ve formě železnatých iontů. Vitamin C v žaludku redukuje železité ionty z potravy na železnaté a tím usnadňuje vstřebávání železa (Doseděl a kol., 2021).

Další funkcí vitamínu C je, že obnovuje antioxidační kapacitu vitamínu E. Vitamin E je antioxidant, který neutralizuje volné radikály, díky tomu ale dochází k jeho oxidaci a ztrátě jeho antioxidačních vlastností. Antioxidant vitamin C jej regeneruje (Tardy a kol., 2020). Mechanismus antioxidačního účinku vitamínu C spočívá v tom, že kyselina askorbová vycytává volné radikály a následně vzniká askorbyl-radikál. Při reakci dvou askorbyl-radikálů vzniká kyselina dehydroaskorbová a kyselina askorbová (Knight a kol., 2016). Kyselina askorbová a kyselina dehydroaskorbová se mohou navzájem přeměňovat. Oxidací kyseliny askorbové vzniká totiž kyselina dehydroaskorbová. Kyselina dehydroaskorbová se zase může redukcí přeměnit zpátky na kyselinu askorbovou (Knight a kol., 2016; Doseděl a kol., 2021).

Hladiny v mateřském mléce

Pokud kojící matka přijímá nedostatečné množství vitamínu C, tak i její mléko má snížené hladiny tohoto vitamínu (Muntau, 2014). Kojené děti přijmou během dne od matky okolo 750 ml mateřského mléka, které obsahuje přibližně 50 mg vitamínu C. Matka tedy během dne ztratí kojením 50 mg vitamínu C, proto se její denní příjem navyšuje o těchto 50 mg na celkovou denní dávku 150 mg/den (Stránská a kol., 2011). Koncentrace vitamínu C v mateřském mléku viz tabulka č.1.

Studie de Vries a kol. 2018 zkoumala hodnoty vitamínu C v mateřském séru a mlezivu. Byly zjištěné hodnoty v mateřském séru $0,44 \pm 0,29$ mg/dl a v mlezivu $3,50 \pm 0,49$ mg/dl. V mlezivu je tedy koncentrace vitamínu C osmkrát vyšší než v mateřském séru. Normální hladiny v séru jsou 0,4-1,5 mg/dl a v mlezivu 3-10 mg/dl. Deficit vitamínu C se projevuje příznaky nedostatku, pokud plazmatické hladiny klesnou pod 0,2 mg/dl.

Doporučený denní příjem u kojících žen a kojenců

V České republice je DDD pro kojící ženy 150 mg (Stránská a kol., 2011). U kojenců ve věku 0-3 měsíců je DDD 50 mg a pro kojence 4-11 měsíců 55 mg (Stránská a kol., 2011).

Hypovitaminóza

Hypovitaminóza vitamínu C u kojenců se nazývá Möeller-Barlowova choroba, která se projevuje poruchou tvorby kostí a růstu. V pozdějším věku se objevuje krvácení do kůže, sliznic, svalů a vnitřních orgánů (Stránská a kol., 2011). Příčinou nedostatku u dětí může být kromě nedostatku vitamínu C ve stravě např. i střevní malabsorpce (Valdés, 2006). V rozvinutých zemích se tato choroba už tak často nevyskytuje a pokud se vyskytne, tak je většinou odhalena v počátku, kdy se vyskytuje zvýšená únava, snížená výkonnost, špatné hojení ran a zvýšená náchylnost k infekcím (Stránská a kol., 2011).

U dospělých lidí se tomuto onemocnění říká kurděje (Stránská a kol., 2011). Některé z příčin, které způsobují kurděje u dospělých lidí, jsou např. Crohnova choroba, celiakie, alkoholismus a diety (Valdés, 2006). Mezi klinické příznaky patří například krvácející dásně, ztráta zubů, anémie, zhoršené hojení ran, slabost a myalgie. Kurděje mohou být i smrtelné, příčinou úmrtí bývá mozkové krvácení, myokardiální krvácení nebo zápal plic (Doseděl a kol., 2021).

8. METODIKA

8.1 *Design studie*

Cílem experimentální části diplomové práce bylo vyhodnotit příjem vitamínů během laktace a následně získané výsledky porovnat s DDD. Do studie byly zařazeny jak kojící ženy, které užívaly suplementy vitamínů, tak i kojící ženy bez suplementace vitamínů. Tato studie byla schválena etickou komisí Fakultní nemocnice Hradec Králové. Ženy podepisovaly informovaný souhlas s účastí ve studii. Vyšetření probíhala v laboratoři klinické fyziologie na Farmaceutické fakultě v Hradci Králové.

Sběr dat probíhal v letech 2021-2022. Do vyhodnocení bylo zahrnuto celkem 11 žen, jejichž průměrný věk byl 32 ± 4 roků a průměrná výška 167 ± 6 cm. Ženy byly vyšetřené ve 4 obdobích laktace. L1 je období 3-4 týdny po porodu, L2 je období 3 měsíce po porodu, L3 je období 6 měsíců po porodu a L4 je období 9 měsíců po porodu. V období L1 a L2 odevzdalo vyplněný dotazník 9 žen, 10 žen v období L3 a 9 žen v období L4.

Na každé vyšetření si ženy s sebou přinesly vyplněné dotazníky s údaji o výživě a fyzických aktivitách v posledních 7 dnech před vyšetřením. Fyzické aktivity měly ženy uvádět za účelem výpočtu celkového energetického výdeje. Ženy byly informované o tom, jak mají dotazníky správně a co nejpřesněji vyplnit.

Při každém vyšetření byly stanovené antropometrické údaje, složení těla, energetický výdej a utilizace nutričních substrátů, svalová síla a výdrž nebo dechové funkce. Výška žen byla změřená při prvním vyšetření pomocí stadiometru a váha změřená při každém vyšetření pomocí osobní váhy TanitaRD-953.

8.2 *Dotazníky*

Během probíhající studie kojící ženy docházely čtyřikrát na vyšetření, a to v období po porodu L1, L2, L3 a L4. Na každé vyšetření s sebou ženy přinesly vyplněné papírové dotazníky. Do dotazníků zaznamenávaly svoji denní stravu (snídaně, dopolední svačina, oběd, odpolední svačina a večeře) a příjem tekutin během 7 dní. Zapisovaly tedy jaký druh potravin konzumovaly a v jakém množství (v gramech nebo porcích), a také druh a množství tekutin (v mililitrech). Mimo jiné v těchto 7 dnech zaznamenávaly i svoji denní aktivitu (v minutách nebo hodinách). Dotazníky také obsahovaly: údaje o pacientce (jméno, příjmení, věk, rodné číslo, povolání a období po porodu), údaje zjištěné měřeními (váha, výška a BMI), a také zda pacientka užívala doplňky stravy.

Následně probíhalo vyhodnocování dotazníků za pomoci počítače. V počítači se využíval program NutriDan a šablona v Microsoft Office Excelu 2019. V programu NutriDan se muselo nejdříve založit nové vyšetření, do kterého se vepsalo jméno

a příjmení pacientky, rodné číslo a datum dne, kdy ženy konzumovaly danou stravu. Následně se do programu NutriDan zadávalo druh a množství (gramy nebo porce) potraviny a tekutiny. NutriDan poté vyhodnotil, kolik daná potravina/tekutina měla kalorií, a také druh a množství živin. Jednotlivé výsledky zjištěné v programu NutriDan se poté zaznamenávaly do šablony v Microsoft Office Excelu 2019. Pokud žena užívala doplňky stravy, tak bylo jejich složení převzato ze stránek výrobců a následně tyto informace byly zapsány do šablony v Microsoft Office Excelu 2019.

8.3 Statistické hodnocení

Výsledky byly vyhodnoceny pomocí programu Microsoft Excel 2019 a GraphPad Prism (verze 9). U hodnocených parametrů byla nejprve testována normalita dat pomocí D'Agostino & Pearsonova testu normality. Vzhledem k výsledkům testů normality (u žádného parametru nebyla normalita vyvrácena) bylo možné použít k deskriptivnímu popisu průměry a směrodatné odchylky a k dalšímu hodnocení parametrické testy. Pro porovnání rozdílů mezi jednotlivými obdobími byl použit model se smíšenými efekty kombinovaný s posthoc Tukeyho testem mnohonásobného porovnání. K porovnání rozdílů v příjmu jednotlivých vitamínů, v případě započítání a nezapočítání suplementace, byl použit párový t-test. K porovnání rozdílů mezi průměrnými příjmy jednotlivých vitamínů a DDD byl použit jednovýběrový t-test. Hladina statistické významnosti byla akceptovaná při $P \leq 0,05$.

9. VÝSLEDKY

V tabulce č. 2 jsou uvedené průměrné hodnoty (hmotnost a Body Mass Index (BMI)) vyšetřované skupiny.

Tabulka 2: Průměrné hodnoty vyšetřovaných parametrů (hmotnost a BMI) u kojících žen

Období	Váha [kg]	BMI [kg/m ²]
L1	68,9 ± 7,5	24,8 ± 2,8
L2	65,1 ± 8,7 *L1	23,5 ± 2,9 *L1
L3	62,9 ± 9,1 *L1, L2	22,6 ± 3,1 *L1, L2
L4	61,4 ± 8,1 * L1	22,0 ± 1,8

Výsledky (věk, výška, váha a BMI) jsou uvedené jako průměrná hodnota ± směrodatná odchylka

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

*L1 Tukeyho test mnohonásobného porovnání vs. L1 ($P \leq 0,05$)

*L2 Tukeyho test mnohonásobného porovnání vs. L2 ($P \leq 0,05$)

Kojící ženy s postupující délkou kojení ubývaly na váze, jak znázorňuje tabulka č.2. Rozdíly hmotností a BMI v jednotlivých obdobích L1-L4 se porovnávaly pomocí modelu se smíšenými efekty, zde celkově nevyšel významný rozdíl (hodnoty P 0,115 a 0,054 pro hmotnost, respektive BMI). Ale při porovnání jednotlivých období pomocí posthoc Tukeyho testu mnohonásobného porovnávání už tam významné rozdíly patrné byly, a to v obdobích L2-L4 ve srovnání s L1 i mezi L2 a L3. Až rozdíl mezi L3 a L4 nebyl významný, váha kojících žen již byla relativně stabilizovaná. Pro BMI vyšly prakticky shodné výsledky, jen rozdíl L1 vs L4 nebyl významný, i když se hladině významnosti 0,05 blížil ($P = 0,0519$).

Získané výsledky příjmu vitaminů kojících žen bez suplementace jsou uvedeny v tabulce č. 3 a v tabulce č. 4 jsou uvedeny výsledky žen i se započítanou suplementací. Výsledky jsou uvedené jako průměrné hodnoty jednotlivých vitaminů pro jednotlivá období laktace.

Tabulka 3: Průměrné hodnoty příjmu jednotlivých vitaminů u kojících žen (bez suplementace)

Vitamíny	Období				
	L1	L2	L3	L4	M-E
A [μg]	1365 ± 1636	936 ± 374	975 ± 193	824 ± 328	0,4314
D [μg]	5,4 ± 3,2	3,0 ± 2,1	2,8 ± 2,6	3,4 ± 2,1	0,0806
E [mg]	12,2 ± 5,1	11,0 ± 5,3	10,0 ± 4,1	10,9 ± 3,2	0,3313
B₁ [mg]	1,6 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1,5 ± 0,6	1,4 ± 0,5	0,3993
B₂ [mg]	2,1 ± 0,7	1,9 ± 0,8	2,0 ± 0,8	1,6 ± 0,5	0,2023
B₃ [mg]	35 ± 8	34 ± 8	34 ± 10	30 ± 9	0,2089
B₆ [mg]	2,1 ± 0,5	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,7	1,8 ± 0,6	0,1906
B₉ [μg]	229 ± 67	192 ± 61	222 ± 51	185 ± 43	0,1327
B₁₂ [μg]	9,2 ± 3,8	5,8 ± 1,3	6,4 ± 2,6	5,0 ± 1,7 *L1	0,0047
C [mg]	93 ± 21	78 ± 60	122 ± 46	93 ± 32	0,0793

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty příjmu ± směrodatná odchylka

* je výsledek Tukeyho testu mnohonásobného porovnání ($P \leq 0,05$) L4 vs L1

Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly ($P \leq 0,05$)

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

M-E je výsledek modelu se smíšenými efekty

Tabulka 4: Průměrné hodnoty příjmu jednotlivých vitaminů u kojících žen (se suplementací)

Vitamíny	Období				
	L1	L2	L3	L4	M-E
A [μg]	1809 ± 1591	1146 ± 387	1002 ± 167	881 ± 337	0,1576
D [μg]	20,4 ± 23,5	20,2 ± 22,8	6,0 ± 6,3	6,9 ± 5,5	0,1559
E [mg]	20,0 ± 12,3	18,9 ± 13,2	15,0 ± 11,9	15,1 ± 7,3	0,1309
B₁ [mg]	2,5 ± 1,2	2,8 ± 1,2	2,7 ± 2,4	2,8 ± 2,1	0,7678
B₂ [mg]	3,1 ± 1,4	3,3 ± 1,3	2,5 ± 1,1	2,1 ± 1,1	0,0619
B₃ [mg]	47 ± 16	49 ± 15	40 ± 16	36 ± 13	0,1087
B₆ [mg]	3,7 ± 2,1	4,3 ± 2,7	3,0 ± 2,0	2,8 ± 1,5	0,1039
B₉ [μg]	629 ± 464	525 ± 235	322 ± 191	273 ± 109	0,0542
B₁₂ [μg]	12,7 ± 5,5	8,8 ± 2,8	7,8 ± 3,9	5,9 ± 2,7 *L1	0,0040
C [mg]	322 ± 487	334 ± 487	176 ± 106	306 ± 417	0,4370

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty příjmu ± směrodatná odchylka

** je výsledek Tukeyho testu mnohonásobného porovnání ($P \leq 0,05$) L4 vs L1*

Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly ($P \leq 0,05$)

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

M-E je výsledek modelu se smíšenými efekty

Prakticky u žádného vitaminu nebyl zjištěný statisticky významný rozdíl mezi obdobími, jedinou výjimkou byl vitamin B₁₂, u kterého byl v období L4 příjem přibližně poloviční ve srovnání s obdobím L1. I u jiných vitaminů byl patrný trend nižších hodnot např. u kyseliny listové byl v období L4 příjem více než o polovinu nižší ve srovnání s obdobím L1, u vitaminu B₂ byl v období L4 příjem více než o 30 % nižší a u vitaminu D byl příjem v období L4 dokonce třetinový oproti období L1.

Následně se provedlo porovnání příjmu bez a se suplementací pro jednotlivé vitaminy během jednotlivých období laktace, které znázorňuje tabulka č.5.

Tabulka 5: Porovnání příjmu vitaminů bez a se suplementací

Vitamíny	Bez suplementace				Se suplementací			
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
A [μg]	1365 ± 1636	936 ± 374	975 ± 193	824 ± 328	1809 ± 1591	1146 ± 387	1002 ± 167	881 ± 337
D [μg]	5,4 ± 3,2	3,0 ± 2,1	2,8 ± 2,6	3,4 ± 2,1	20,4 ± 23,5	20,2 ± 22,8	6,0 ± 6,3	6,9 ± 5,5
E [mg]	12,2 ± 5,1	11,0 ± 5,3	10,0 ± 4,1	10,9 ± 3,2	20,0 ± 12,3	18,9 ± 13,2	15,0 ± 11,9	15,1 ± 7,3
B₁ [mg]	1,6 ± 0,5	1,6 ± 0,5	1,5 ± 0,6	1,4 ± 0,5	2,5 ± 1,2	2,8 ± 1,2	2,7 ± 2,4	2,8 ± 2,1
B₂ [mg]	2,1 ± 0,7	1,9 ± 0,8	2,0 ± 0,8	1,6 ± 0,5	3,1 ± 1,4	3,3 ± 1,3	2,5 ± 1,1	2,1 ± 1,1
B₃ [mg]	35 ± 8	34 ± 8	34 ± 10	30 ± 9	47 ± 16	49 ± 15	40 ± 16	36 ± 13
B₆ [mg]	2,1 ± 0,5	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,7	1,8 ± 0,6	3,7 ± 2,1	4,3 ± 2,7	3,0 ± 2,0	2,8 ± 1,5
B₉ [μg]	229 ± 67	192 ± 61	222 ± 51	185 ± 43	629 ± 464	525 ± 235	322 ± 191	273 ± 109
B₁₂ [μg]	9,2 ± 3,8	5,8 ± 1,3	6,4 ± 2,6	5,0 ± 1,7 *	12,7 ± 5,5	*8,8 ± 2,8	7,8 ± 3,9	5,9 ± 2,7 *
C [mg]	93 ± 21	78 ± 60	122 ± 46	93 ± 32	322 ± 487	334 ± 487	176 ± 106	306 ± 417

Hodnoty jsou uvedené jako průměrné hodnoty příjmu ± směrodatná odchylka

* je výsledek Tukeyho testu mnohonásobného porovnání ($P \leq 0,05$) L4 vs L1

Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly ($P \leq 0,05$)

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

Za pomoci párového t-testu bylo provedeno porovnání příjmu u kojících žen bez a se suplementací viz tabulka č.5. Suplementace statisticky významně zvýšila příjem v období L1 o více než 30 % u vitamínu B₂ a B₃, o více než 50 % u vitamínu B₁, o více než

70 % u vitamínu B₆ a B₉ a u vitamínu D byl jeho příjem po suplementaci dokonce o více než trojnásobek vyšší. V období L2 suplementace statisticky významně zvýšila příjem u všech vitamínů kromě vitamínu C. Suplementace v období L2 statisticky významně zvýšila příjem v období L2 o více než 20 % u vitamínu A, o více než 40 % u vitamínu B₃, o více než 50 % u vitamínu B₁₂, o více než 70 % u vitamínu E, B₁ a B₂, u vitamínu B₆ a B₉ byl příjem o více než dvojnásobek vyšší a u vitamínu D dokonce o šestinásobek vyšší. V období L3 suplementace statisticky významně zvýšila příjem u vitamínu C přibližně o 40 %. V konečném období L4 suplementace statisticky významně zvýšila příjem vitamínu B₃ o 20 %, příjem vitamínu E, B₂ a B₉ o více než 30 %, příjem vitamínu B₁ a B₆ o více než 50 %.

V následujících tabulkách č. 6 a č. 7 je zobrazeno porovnání průměrných hodnot příjmu vitamínů u kojících žen bez suplementace a se suplementací vyjádřených v % DDD.

Tabulka 6: Porovnání průměrných hodnot příjmu vitamínů u kojících žen bez suplementace (vyjádřených v % DDD)

Vitamíny	Období							
	L1		L2		L3		L4	
	% DDD	t-test	% DDD	t-test	% DDD	t-test	% DDD	t-test
A	152 ± 152	0,6022	85 ± 34	0,2244	89 ± 18	0,0713	75 ± 30	0,0357
D	108 ± 64	0,7278	59 ± 42	0,0188	56 ± 51	0,0236	68 ± 41	0,0512
E	94 ± 39	0,6479	85 ± 41	0,2919	77 ± 31	0,0438	84 ± 25	0,0881
B1	132 ± 42	0,0489	131 ± 44	0,0692	126 ± 50	0,1383	118 ± 37	0,1833
B2	140 ± 43	0,0215	130 ± 53	0,1236	135 ± 53	0,0606	106 ± 32	0,6428
B3	236 ± 55	<0,0001	230 ± 54	<0,0001	224 ± 66	0,0003	202 ± 63	0,0014
B6	110 ± 29	0,3184	100 ± 32	0,9578	105 ± 34	0,7109	94 ± 29	0,6047
B9	38 ± 11	<0,0001	32 ± 10	<0,0001	37 ± 8	<0,0001	31 ± 7	<0,0001
B12	154 ± 63	0,0336	97 ± 21	0,6697	107 ± 42	0,6427	84 ± 28	0,1205
C	85 ± 19	0,0384	71 ± 54	0,1436	111 ± 42	0,4128	84 ± 29	0,1444

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

Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly mezi příjmem vitamínů mezi obdobími ($P \leq 0,05$)

Tam, kde byl příjem významně vyšší než je hodnota DDD, je to zvýrazněno zeleně a kde byl příjem významně nižší než DDD, tak je to zvýrazněno červeně

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

DDD - doporučená denní dávka

Provedením jednovýběrového t-testu byla získána tabulka č. 6, která zobrazuje porovnání příjmu vitamínů ve srovnání s DDD u kojících žen bez suplementace. Tam, kde nebyl významný rozdíl, tak to zvýrazněno není. Tam, kde byl příjem významně

vyšší, než je hodnota DDD, je to zvýrazněno zeleně, a kde byl příjem významně nižší než DDD, tak je to zvýrazněno červeně.

Příjem byl výrazně vyšší, než je hodnota DDD v období L1 u vitamínu B₁, B₂, B₃ a B₁₂. Ve zbylých obdobích laktace, tedy v období L2, L3 a L4 byl výrazně vyšší pouze příjem vitamínu B₃.

Příjem byl výrazně nižší, než je hodnota DDD v období L1 u vitamínu B₉ (o 62 %) a C (o 15 %); v období L2 u vitamínu D (o 41 %) a B₉ (o 68 %); v období L3 u vitamínu D (o 44 %), E (o 23 %) a B₉ (o 63 %) a v období L4 u vitamínu A (o 25 %) a B₉ (o 69 %).

Tabulka 7: Porovnání průměrných hodnot příjmu vitamínů u kojících žen se suplementací (vyjádřených v % DDD)

Vitamíny	Období							
	L1		L2		L3		L4	
	% DDD	t-test	% DDD	t-test	% DDD	t-test	% DDD	t-test
A	165 ± 145	0,2182	104 ± 35	0,7306	91 ± 15	0,0963	80 ± 31	0,0877
D	408 ± 471	0,0853	404 ± 456	0,0805	120 ± 127	0,6424	138 ± 109	0,3176
E	154 ± 94	0,1266	145 ± 102	0,2197	115 ± 92	0,6107	116 ± 56	0,4034
B1	203 ± 103	0,0164	229 ± 98	0,0043	222 ± 203	0,0914	232 ± 178	0,0551
B2	206 ± 91	0,0071	221 ± 85	0,0028	167 ± 75	0,0197	143 ± 68	0,1070
B3	312 ± 107	0,0003	326 ± 98	0,0001	269 ± 104	0,0007	244 ± 84	0,0009
B6	194 ± 109	0,0322	226 ± 140	0,027	157 ± 105	0,1285	145 ± 81	0,1258
B9	105 ± 78	0,8545	87 ± 39	0,3662	54 ± 32	0,0013	46 ± 18	<0,0001
B12	213 ± 92	0,0062	146 ± 47	0,0178	130 ± 65	0,1885	99 ± 45	0,8767
C	292 ± 443	0,229	304 ± 442	0,2039	160 ± 96	0,0797	278 ± 379	0,1969

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

Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné rozdíly mezi příjmem vitamínů mezi obdobími ($P \leq 0,05$)

Tam, kde byl příjem významně vyšší, než je hodnota DDD, je to zvýrazněno zeleně a kde byl příjem významně nižší než DDD, tak je to zvýrazněno červeně

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

DDD - doporučená denní dávka

Provedením jednovýběrového t-testu byla získána tabulka č. 7, která zobrazuje porovnání příjmu vitamínů ve srovnání s DDD u kojících žen se suplementací. Tam, kde nebyl významný rozdíl, tak to zvýrazněno není. Tam, kde byl příjem významně vyšší,

než je hodnota DDD, je to zvýrazněno zeleně, a kde byl příjem významně nižší než DDD, tak je to zvýrazněno červeně.

Příjem byl výrazně vyšší, než je hodnota DDD v období L1 a L2 u vitamínu B₁, B₂, B₃, B₆ a B₁₂. V období L3 u vitamínu B₂ a B₃ a v období L4 u vitamínu B₃.

Příjem byl výrazně nižší, než je hodnota DDD, a to přibližně o polovinu v období L3 a L4 u vitamínu B₉.

Tabulka č. 8 (bez suplementace) a č. 9 (se suplementací) zobrazuje % žen, které splnily/nesplnily DDD pro jednotlivé vitamíny.

Tabulka 8: % kojících žen bez suplementace, které splnily/nesplnily DDD pro jednotlivé vitamíny

Vitamíny	Období							
	L1		L2		L3		L4	
	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)
A	33	67	33	67	30	70	22	78
D	56	44	22	78	20	80	22	78
E	44	56	22	78	30	70	11	89
B1	78	22	78	22	70	30	67	33
B2	67	33	56	44	80	20	67	33
B3	100	0	100	0	100	0	100	0
B6	67	33	33	67	50	50	33	67
B9	0	100	0	100	0	100	0	100
B12	78	22	56	44	50	50	33	67
C	22	78	11	89	60	40	22	78

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

DDD - doporučená denní dávka

Tabulka 9: % kojících žen se suplementací, které splnily/nesplnily DDD pro jednotlivé vitamíny

Vitamíny	Období							
	L1		L2		L3		L4	
	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)	splnilo DDD (%)	nesplnilo DDD (%)
A	56	44	67	33	30	70	33	67
D	89	11	78	22	40	60	56	44
E	78	22	44	56	40	60	44	56
B1	89	11	100	0	80	20	78	22
B2	78	22	89	11	90	10	78	22
B3	100	0	100	0	100	0	100	0
B6	78	22	78	22	60	40	56	44
B9	56	44	33	67	10	90	0	100
B12	89	11	89	11	70	30	44	56
C	78	22	67	33	70	30	56	44

L1 je období 3-4 týdny po porodu

L2 je období 3 měsíce po porodu

L3 je období 6 měsíců po porodu

L4 je období 9 měsíců po porodu

DDD - doporučená denní dávka

Vitamin A

Bez suplementace se DDD vitamínu A podařilo dosáhnout nejvýše třetině žen. Suplementace přispěla ke zvýšení počtu žen, které splnily DDD. V období L1 a L2 dosáhlo DDD více než polovina žen. Nejpatrnější zvýšení bylo zaznamenáno v období L2 se suplementací, kde na DDD dosáhlo o 3 ženy více než v příslušném období bez suplementace.

Vitamin D

Bez suplementace v období L1 dosáhlo DDD vitamínu D více než polovina žen, v ostatních obdobích bez suplementace většina žen nesplnila DDD. Suplementace zvýšila počet žen, které dosáhly DDD. Nejpatrnější zvýšení bylo zaznamenáno v období L2, kdy pouze 2 ženy DDD nesplnily.

Vitamin E

Bez suplementace se většině žen nepodařilo dosáhnout DDD vitamínu E. Nejpatrnější zvýšení bylo zaznamenáno v období L1, kdy splnilo DDD tři čtvrtě žen. V ostatních obdobích se suplementací většina žen DDD nesplnila.

Vitamin B₁

Bez suplementace většina žen dosáhla DDD. Většina žen se suplementací dosáhla DDD u vitamínu B₁. Největší zvýšení bylo v období L2, kdy dokonce všechny ženy dosáhly DDD. V období L1 se suplementací nedosáhla DDD pouze jediná žena.

Vitamin B₂

Většina žen, které užívaly suplementaci splnily DDD vitamínu B₂. Suplementace zvýšila příjem vitamínu B₂, a to především v období L2. V období L2 a L3 se suplementací nedosáhla DDD pokaždé pouze jediná žena.

Vitamin B₃

DDD vitamínu B₃ se podařilo dosáhnout všem ženám ve všech obdobích laktace bez ohledu na suplementaci.

Vitamin B₆

Přibližně polovina žen bez suplementace v období L1 a L3 splnila DDD. Započítání suplementace zvýšilo počet žen, které splnily DDD. Nejpatrnější zvýšení bylo zaznamenáno v období L2 se suplementací, kde na DDD dosáhlo o 4 ženy více než v příslušném období bez suplementace.

Vitamin B₉

DDD vitamínu B₉ se nepodařilo dosáhnout žádné ženě bez suplementace ani v jednom ze 4 období laktace. Započítání suplementace zvýšilo počet žen, které splnily DDD, a to nejvíce v období L1. V období L1 dokonce splnilo DDD vitamínu B₉ více než polovina žen. Výjimkou je období L4, kde ani započítaná suplementace nepomohla dosáhnout žádné kojící ženě DDD vitamínu B₉.

Vitamin B₁₂

Bez suplementace v období L1, L2 a L3 dosáhlo DDD vitamínu B₁₂ více než polovina kojících žen, výjimku tvoří období L4, kdy DDD splnila pouze třetina žen. Většině žen se podařilo za pomoci suplementace dosáhnout DDD vitamínu B₁₂. Výjimkou je období L4,

kdy se ani polovině žen nepodařilo dosáhnou DDD. Nejpatrnější zvýšení bylo zaznamenáno v období L2 se suplementací, kde na DDD dosáhlo o 3 ženy více než v příslušném období bez suplementace.

Vitamin C

Bez suplementace vitaminem C dosáhlo DDD pouze v období L3 více než polovina žen. V ostatních obdobích laktace bez suplementace většina žen nedosáhla DDD. Suplementace přispěla k tomu, že v každém období splnilo DDD více než polovina kojících žen. Nejpatrnější zvýšení suplementací bylo pozorováno v období L1 a L2, v těchto obdobích se podařilo dosáhnout DDD navíc pěti ženám.

10. DISKUSE

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení příjmu vitamínů během laktace, a také zjištění kolik kojících žen nespĺňuje DDD. Příjem vitamínů jsme hodnotili bez i se započítáním suplementace. Získané výsledky jsme následně konfrontovali s již existujícími studiemi na toto téma.

Je důležité si uvědomit, že získaná data i přes veškerou snahu nemusejí být zcela přesná. Příčiny nepřesností mohou spočívat například v nepravdivém vyplňování dotazníků, neuvádění přesné hmotnosti potravin, nebo dokonce i v zapomenutí zaznamenání některé položky. Dále například i v opomenutí zaznamenání suplementace vitaminy. Při vyhodnocování dotazníků také mohly vzniknout nepřesnosti, jelikož program NutriDan neznal všechny potraviny, které kojící ženy konzumovaly a občas se musela vybírat potravina, která byla nejvíce podobná té původní.

Dalším omezením je, že jen některé ženy odevzdaly vyplněný dotazník za všechna období, a tudíž studie probíhala pouze na malém vzorku kojících žen. Tyto kojící ženy tedy tvoří soubor, ke kterému se vztahují dané výsledky.

Lotyšská studie Aumeistere a kol. 2022 zkoumala příjem minerálů a vitamínů u lotyšských žen během laktace. Většina lotyšských žen nedokázala dosáhnout DDD pro kojící ženy u vitamínu A, stejně tomu bylo i u naší studie. V lotyšské studii je jako DDD vitamínu A udaná hodnota 1,1 mg, a i přes tuto nižší hodnotu DDD vitamínu A většina žen nebyla schopná dosáhnout DDD. V naší studii máme hodnotu DDD vitamínu A vyšší, a to 1,5 mg (Stránská a kol., 2011). Také v chorvatské studii Krešić a kol. 2012 bylo zjištěno, že většina žen nedosáhla na DDD vitamínu A, a pouze 15,7 % účastnic mělo příjem vitamínu A v rozmezí 77 % - 100 % DDD. Kojící ženy by měly více dbát na konzumaci potravin, které přispívají k zvýšení příjmu vitamínu A, a to živočišných produktů (např. játra a tučné ryby), barevného ovoce (např. pomeranč, meruňky a mango) a zeleniny (např. mrkev, rajčata, brokolice a dýně) (Cabezuelo a kol., 2020).

V naší studii většina žen nedosáhla DDD pro vitamin D (s výjimkou období se suplementací L1 a L2), k podobnému závěru došla i lotyšská studie Aumeistere a kol. 2022. V lotyšské studii, ve které také zohledňují suplementaci vitaminy, mají vyšší požadavky na DDD vitamínu D pro kojící ženy, a to 10 µg. V naší studii pracujeme s DDD pro kojící ženy 5 µg (Stránská a kol., 2011). Pokud bychom zohlednily zvýšenou lotyšskou DDD vitamínu D, tak by v naší studii většina žen nespĺnila DDD ani v období L1 a L2. V případě získání vitamínu D z potravy je potřeba konzumovat více ryb, masa, vnitřností, vajec a mléčných výrobků. Dalším zdrojem vitamínu D je i sluneční záření (Schmid a Walther, 2013). Sluneční záření jako zdroj vitamínu D v naší studii nebylo započítáváno do výsledků.

Lotyšská studie Aumeistere a kol. 2022 dospěla k závěru, že většina kojících žen měla dostatečný příjem vitamínu E (kolem 13 mg denně). V naší studii většina žen DDD

vitaminu E nebyla schopná dosáhnout. Tato neshoda mezi výsledky může být způsobená tím, že lotyšská studie Aumeistere a kol. 2022 uvádí, že doporučený příjem pro kojící ženy je 11 mg. V naší studii je hodnota DDD vitaminu E pro kojící ženy vyšší, a to 17 mg (Stránská a kol., 2011). Za potraviny, kterými lze zvýšit příjem vitaminu E, jsou považovány například rostlinné oleje, rýžové otruby, ořechy a obiloviny (Mohd Zaffarin a kol., 2020).

Chorvatská studie Krešić a kol. 2012 zjistila, že pouze příjem 18,1 % kojících žen odpovídal 77 - 100 % denního příjmu vitaminu B₁. V naší studii většina žen splnila DDD vitaminu B₁ i bez započítané suplementace. Při porovnání výsledků s chorvatskou studií se neshodujeme, může to být způsobeno tím, že chorvatské ženy méně konzumují potraviny, které obsahují vitamin B₁. Vitamin B₁ se dá potravou získat například z masa, jater, ořechů, droždí a brambory (Stránská a kol., 2011; Muntau, 2014). Podobné výsledky jako v naší studii byly získané u českých žen v době gravidity, kdy také většina žen splnila DDD vitaminu B₁ i bez suplementace vitaminy (Tkáčiková, 2022).

V České republice je DDD vitaminu B₂ pro kojící ženy stanovena na 1,6 mg (Stránská a kol., 2011). Většina žen se započítanou suplementací v naší studii splnila příjem vitaminu B₂. Novozélandská studie Butts a kol. 2018 zkoumala průměrný denní příjem i se započítanou suplementací vitaminu B₂ (2,31 ± 0,11 mg) evropskými matkami, které žijí na Novém Zélandu. Dle polské studie Bzikowska-Jura a kol. 2018 je průměrný denní příjem vitaminu B₂ kojícími ženami bez doplňků stravy (1,7 ± 0,6 mg). V naší studii nám vyšlo, že průměrný příjem vitaminu za všechna 4 období laktace bez suplementace je 1,90 ± 0,70 mg a se suplementací je 2,74 ± 1,22 mg. Tyto výsledky při porovnání s polskou, tak i novozélandskou studií jsou podobné, v obou případech v naší studii vyšly výsledky o trochu vyšší. Za důležité potravinové zdroje, ze kterých se dá vitamin B₂ získat, se považují například tučné ryby, maso, mléko, ořechy, špenát a fazole (Mosegaard a kol., 2020).

Všem kojícím ženám se podařilo dosáhnout DDD vitaminu B₃ ve všech sledovaných obdobích laktace i bez ohledu na suplementaci. Dle Tkáčiková 2022, která byla zaměřená na hodnocení příjmu vitaminů u českých těhotných žen, též 100 % těhotných žen získalo dostatek vitaminu B₃ pouze z potravy. Dle lotyšské studie Aumeistere a kol. 2022 měly lotyšské ženy vitaminu B₃ dostatek. Podobné výsledky byly získané i v polské studii Bzikowska-Jura a kol. 2018. Jak naznačují výsledky naší studie, tak k dosažení DDD vitaminu B₃ stačí konzumovat potraviny, které jsou dobrým zdrojem vitaminu B₃, a to například ryby, maso, obiloviny, chléb, luštěniny a ořechy (Redzic a Gupta, 2020).

DDD vitaminu B₆ v České republice je pro kojící ženy 1,9 mg (Stránská a kol., 2011). Příjem vitaminu B₆ hodnotila polská studie Bzikowska-Jura a kol. 2018. Tato studie uvádí průměrný příjem vitaminu B₆ polskými matkami ze stravy 2,50 ± 3,70 mg/den. V naší studii pouze ze stravy průměrně za všechna 4 období laktace byl příjem vitaminu B₆ nižší, a to 1,95 ± 0,60 mg/den. Potraviny, jejichž konzumací lze zvýšit příjem vitaminu B₆, jsou ryby, maso, droždí, čočka, zelené fazole, obilniny, banány, vejce a celozrnné výrobky (Muntau, 2014; Stránská a kol., 2011).

Výsledky naší studie ukázaly, že kojící ženy nejsou schopné dosáhnout DDD vitamínu B₉ pouze z potravy. Nedostatečný příjem vitamínu B₉ byl pozorovaný také v chorvatské studii Krešić a kol. 2012, ve které mělo 71 % kojících žen (studie se zúčastnilo 83 kojících žen) pod 50 % DDD vitamínu B₉. Stejných výsledků jako v naší studii bylo dosaženo i u těhotných žen v České republice, kdy také žádná z těchto žen nedokázala dosáhnout hodnoty DDD vitamínu B₉ pouze z potravy (Tkáčiková, 2022). Pro zvýšení příjmu vitamínu B₉ je dobré konzumovat špenát, zelí, kapustu, rajčata, pomeranče, hroznové víno, sóju a vejce (Stránská a kol., 2011).

Dle Tkáčiková 2022 byl průměrný denní příjem českými ženami vitamínu B₁₂ za všechna sledovaná období gravidity bez suplementace 5,37 ± 2,23 µg a se suplementací 7,73 ± 3,97 µg. V naší studii byl průměrný denní příjem za všechna sledovaná období laktace bez suplementace 6,59 ± 2,36 µg a se suplementací 8,77 ± 3,73 µg. Dle Stránská a kol. 2011 je DDD vitamínu B₁₂ v České republice pro těhotné ženy 3,5 µg a pro kojící ženy ještě vyšší, a to 4 µg. Při porovnání naší studie a studie Tkáčiková 2022 je patrný trend vyšších hodnot příjmu v období kojení. Dle lotyšské studie Aumeistere a kol. 2022 by měly kojící ženy denně přijímat 2 µg vitamínu B₁₂. V této studii byly zařazené i ženy vegetariánky a veganky, které bez suplementace nebyly schopné dosáhnout DDD vitamínu B₁₂. Dle této studie mají lotyšské ženy (s vynecháním veganek a vegetariánek) dostatečný příjem vitamínu B₁₂, medián příjmu byl okolo 4 µg denně. Příjem vitamínu B₁₂ se dá zvýšit konzumací živočišných potravin (maso, mléčné výrobky, vejce a ryby) (Obeid a kol., 2019).

Výsledky naší studie naznačují, že většina kojících žen nedokáže přijmout dostatečné množství vitamínu C pouze ze stravy. Ke stejnému závěru dospěla i brazilská studie dos Santos a kol. 2014, kdy 56 % kojících žen mělo pouze ze stravy nedostatečný příjem vitamínu C. Také podle evropské studie Wang a kol. 2021 měly kojící ženy nedostatečný příjem vitamínu C. K potravinám, které přispívají k zvýšení vitamínu C, patří černý rybíz, kiwi, brokolice, paprika a kysané zelí. Dalším významným zdrojem jsou brambory. Za nejbohatší evropské zdroje se považuje rakytník a šípek (Doseděl a kol., 2021).

Započítání suplementace zvýšilo příjem všech vitamínů. V závislosti na období laktace splnilo DDD u vitamínu A 30 % – 67 % kojících žen, u vitamínu D 40 % - 89 % kojících žen, u vitamínu E 40 % - 78 % kojících žen, u vitamínu B₁ 78 % - 100 % kojících žen, u vitamínu B₂ 78 % - 90 % kojících žen, u vitamínu B₃ 100 % kojících žen, u vitamínu B₆ 56 % - 78 % kojících žen, u vitamínu B₉ 0 % - 56 % kojících žen, u vitamínu B₁₂ 44 % - 89 % kojících žen a u vitamínu C 56 % - 78 % kojících žen.

Příjem dostatku vitamínů je důležitý v jakémkoli věku. Zvýšené požadavky na příjem vitamínů jsou v období kojení. V tomto období je zvýšený příjem vitamínů důležitý jak pro kojence, tak i pro samotné matky. Myslím si, že by bylo dobré kojící ženy informovat o tom, u jakých vitamínů často v období kojení vzniká deficit, a také že by kojící ženy měly být informované o tom, které potraviny jsou důležitými zdroji daných vitamínů.

Z pohledu studenta Farmaceutické fakulty v Hradci Králové by se daly výsledky získané v této studii uplatnit například v lékárně. V případě, že kojící žena přijde do lékárny, tak by farmaceut nebo farmaceutický asistent při rozhovoru s pacientkou měl zjistit, jaké vitaminy pacientka doplňuje, zda není vegetariánka atd. a na základě konkrétních odpovědí kojící ženě případně doporučit suplementaci danými vitaminy. Dále by i lékaři měli být informováni o nedostatku vitamínu u kojících žen a měli by dle zjištěných skutečností svým pacientkám doporučit zvýšit příjem určitých vitaminů. Tato opatření by následně mohla vést k předcházení komplikacím, které jsou způsobeny nedostatkem vitaminů jak u matek, tak i kojenců.

11. ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhodnocení příjmu vitamínů během laktace. Kojící ženy podstoupily čtyři vyšetření. Sledovalo se, zda se příjem jednotlivých vitamínů mění s dobou laktace a dospělo se k závěru, že prakticky pouze u jediného vitamínu B₁₂ byl zjištěný statisticky významný rozdíl mezi obdobími L4, kdy byl příjem vitamínu B₁₂ přibližně poloviční ve srovnání s obdobími L1. Dále byly hodnocené průměrné hodnoty příjmu a porovnávaly se s DDD. Zjišťovali jsme také podíl žen nesplňující DDD. Příjem vitamínů jsme hodnotili bez i se započítáním suplementace. Získané výsledky byly následně porovnány s existujícími studiemi, které se zaměřují na danou problematiku.

Žádná žena bez suplementace vitaminy nebyla schopná dosáhnout DDD u vitamínu B₉. Většina žen bez suplementace nedosáhla DDD, a to především u vitamínu E, kde dosáhlo DDD maximálně 44 % kojících žen.

Jediným vitamínem, u něhož dosáhly kojící ženy DDD ve všech obdobích i bez suplementace, je vitamin B₃.

Suplementace vitaminy nejvýrazněji ovlivnila příjem u vitamínu D v období L2, u vitamínu B₉ v období L1 a u vitamínu C v období L1 a L2, čímž se o 56 % zvýšil počet žen, které dosáhly DDD.

Suplementace neměla žádný vliv na vitamin A v období L3 a vitamin B₉ v období L4.

V průměru za všechna čtyři období laktace suplementace nejvíce ovlivnila příjem vitamínu C a nejméně příjem vitamínu B₁.

Výsledky této studie naznačují, že je důležité sledovat příjem vitamínů v období kojení, protože pouze potravou většina žen nedosáhla DDD vitamínů. V období kojení je proto nutné dbát na vhodnou suplementaci vitaminy.

12. POUŽITÉ ZKRATKY

zkratka	význam zkratky	český význam
BMI	Body Mass Index	index tělesné hmotnosti; [kg·m ⁻²]
RDA/DDD	Recommended daily allowances	doporučená denní dávka
DNA	Deoxyribonucleic Acid	deoxyribonukleová kyselina
FAD	Flavin Adenine Dinucleotide	flavinadenindinukleotid
FMN	Flavin Mononukleotide	flavinmononukleotid
IF	Intrinsic Factor	vnitřní faktor
IgA	Immunoglobulin A	imunoglobulin A
IU	International Unit	mezinárodní jednotka
M-E	mixed – effect analysis	model se smíšenými efekty
NAD	Nicotinamide Adenine Dinucleotide	nikotinamidadenindinukleotid
NADP	Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate	nikotinamidadenindinukleotidfosfát
ROS	Reactive Oxygen Species	reaktivní formy kyslíku
TC	Transcobalamin	transkobalamin
WHO	World Health Organization	Světová zdravotnická organizace

13. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení mateřského mléka ve 100 g.....	17
Tabulka 2: Průměrné hodnoty vyšetřovaných parametrů (hmotnost a BMI) u kojících žen.....	40
Tabulka 3: Průměrné hodnoty příjmu jednotlivých vitaminů u kojících žen (bez suplementace)	41
Tabulka 4: Průměrné hodnoty příjmu jednotlivých vitaminů u kojících žen (se suplementací)	42
Tabulka 5: Porovnání příjmu vitaminů bez a se suplementací.....	43
Tabulka 6: Porovnání průměrných hodnot příjmu vitaminů u kojících žen bez suplementace (vyjádřených v % DDD).....	45
Tabulka 7: Porovnání průměrných hodnot příjmu vitaminů u kojících žen se suplementací (vyjádřených v % DDD).....	47
Tabulka 8: % kojících žen bez suplementace, které splnily/nesplnily DDD pro jednotlivé vitaminy	48
Tabulka 9: % kojících žen se suplementací, které splnily/nesplnily DDD pro jednotlivé vitaminy	49

14. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Průběh embryonální mléčné lišty.....	12
Obrázek 2: Stavba prsu a mléčné žlázy.....	14
Obrázek 3: Laktační reflex.....	16

15. POUŽITÁ LITERATURA

1. Allen, L. H. B vitamins in breast milk: relative importance of maternal status and intake, and effects on infant status and function. *Advances in nutrition*. 2012, 3(3), 362-369. ISSN 2161-8313. Dostupné z doi: 10.3945/an.111.001172
2. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. LiverTox: Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury [Internet]. Bethesda (MD): National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; 2012. Vitamin B. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK548710/> (Last Update: May 27, 2021)
3. Aumeistere, L., Beluško, A., Ciproviča, I., Zavadská, D. Mineral and Vitamin Intakes of Latvian Women during Lactation Period. *Foods (Basel, Switzerland)*. 2022, 11(3), 259. Dostupné z doi: 10.3390/foods11030259
4. Babic A., Sasamoto N., Rosner B. A., Tworoger S. S., Jordan S. J., Risch H. A., Harris H. R., Rossing M. A., Doherty J. A., Fortner R. T., Chang-Claude J., Goodman M. T., Thompson P. J., Moysich K. B., Ness R. B., Kjaer S.K., Jensen A., Schildkraut J. M., Titus L. J., Cramer D. W., Bandera E. V., Qin B., Sieh W., McGuire V., Sutphen R., Pearce C. L., Wu A. H., Pike M., Webb P. M., Modugno F., Terry K. L. Association Between Breastfeeding and Ovarian Cancer Risk. *JAMA Oncology*. 2020, 6(6). ISSN 2374-2437. Dostupné z doi: 10.1001/jamaoncol.2020.0421
5. Butts, C. A., Hedderley, D. I., Herath, T. D., Paturi, G., Glyn-Jones, S., Wiens, F., Stahl, B., Gopal, P. Human Milk Composition and Dietary Intakes of Breastfeeding Women of Different Ethnicity from the Manawatu-Wanganui Region of New Zealand. *Nutrients*. 2018, 10(9), 1231. Dostupné z doi: 10.3390/nu10091231
6. Bzikowska-Jura, A., Czerwonogrodzka-Senczyna, A., Olędzka, G., Szostak-Węgierek, D., Weker, H., Wesołowska, A. Maternal Nutrition and Body Composition During Breastfeeding: Association with Human Milk Composition. *Nutrients*. 2018, 10(10), 1379. Dostupné z doi: 10.3390/nu10101379

7. Cabezuelo M. T., Zaragoza R., Barber T., Viña J. R. Role of Vitamin A in Mammary Gland Development and Lactation. *Nutrients*. 2020, 12(1), 80. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu12010080
8. Carazo A., Macáková K., Matoušová K., Krčmová L.K., Protti M., Mladěnka P. Vitamin A Update: Forms, Sources, Kinetics, Detection, Function, Deficiency, Therapeutic Use and Toxicity. *Nutrients*. 2021, 13(5), 1703. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu13051703
9. Čihák, R. *Anatomie* 3. 1.vydání. Praha: Grada, 1997, s. 571-574. ISBN 80-7169-140-2
10. da Silva A. G. C. L., de Sousa Rebouças A., Mendonça B. M. A., Silva D. C. N. e., Dimenstein R., da Silva Ribeiro K. D. Relationship between the dietary intake, serum, and breast milk concentrations of vitamin A and vitamin E in a cohort of women over the course of lactation. *Maternal & Child Nutrition*. 2019, 15(3). ISSN 1740-8695. Dostupné z doi:10.1111/mcn.12772
11. da Silva Ribeiro, K. D., Lima, M. S., Medeiros, J. F., de Sousa Rebouças, A., Dantas, R. C., Bezerra, D. S., Osório, M. M., Dimenstein, R. Association between maternal vitamin E status and alpha-tocopherol levels in the newborn and colostrum. *Maternal & Child Nutrition*. 2016, 12(4), 801-807. ISSN 17408695. Dostupné z doi: 10.1111/mcn.12232
12. Deif R., Burch E. M., Azar J., Yonis N., Abou Gabal M., El Kramani N., DakhlAllah D. Dysphoric Milk Ejection Reflex: The Psychoneurobiology of the Breastfeeding Experience. *Frontiers in Global Women's Health*. 2021, 2. ISSN 2673-5059. Dostupné z: doi:10.3389/fgwh.2021.669826
13. de Vries, J.Y., Pundir, S., McKenzie, E., Keijer, J., Kussmann, M. Maternal Circulating Vitamin Status and Colostrum Vitamin Composition in Healthy Lactating Women—A Systematic Approach. *Nutrients*. 2018, 10(6). ISSN 2072-6643. Dostupné z doi:10.3390/nu10060687
14. Dort, J., Dortová E. a Jehlička P. *Neonatologie*. 2., upravené vydání. Praha: Karolinum, 2013, s. 24. ISBN 978-80-246-2253-8
15. Doseděl, M., Jirkovský, E., Macáková, K., Krčmová, L. K., Javorská, L., Pourová, J., Mercolini, L., Remião, F., Nováková, L., Mladěnka, P., On Behalf Of The Oeonom Vitamin C—sources, physiological role, kinetics, deficiency, use,

toxicity, and determination. *Nutrients*. 2021, 13(2), 615. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu13020615

16. dos Santos, Q., Sichieri R., Marchioni D.M., Verly Junior, E. Brazilian pregnant and lactating women do not change their food intake to meet nutritional goals. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 2014, 14, 1-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1471-2393-14-186>
17. Frank, N. M., Lynch, K. F., Uusitalo, U., Yang, J., Lönnrot, M., Virtanen, S. M., Hyöty, H., Norris, J. M., TEDDY Study Group. The relationship between breastfeeding and reported respiratory and gastrointestinal infection rates in young children. *BMC Pediatrics*. 2019, 19(1). ISSN 1471-2431. Dostupné z doi:10.1186/s12887-019-1693-2
18. Gallant, J., Chan, K., Green, T. J., Wieringa, F. T., Leemaqz, S., Ngik, R., Measelle, J. R., Baldwin, D. A., Borath, M., Sophonneary, P., Yelland, L. N., Hampel, D., Shahab-Ferdows, S., Allen, L. H., Jones, K. S., Koulman, A., Parkington, D. A., Meadows, S. R., Kroeun, H., Whitfield, K. C. Low-dose thiamine supplementation of lactating Cambodian mothers improves human milk thiamine concentrations: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021, 114(1), 90-100. ISSN 0002-9165. Dostupné z doi:10.1093/ajcn/nqab052
19. Geohagan, J., de Gaston, D., Sadler, A., Palmer, P. Does Oral Maternal Vitamin D Supplementation Normalize the Vitamin D Level in Exclusively Breastfed Infants? *The Journal of the Oklahoma State Medical Association*. 2018, 111(10), 870-871. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6716612/>
20. Gellert, S., Ströhle, A., Hahn, A. Breastfeeding woman are at higher risk of vitamin D deficiency than non-breastfeeding women - insights from the German VitaMinFemin study. *International Breastfeeding Journal*. 2016, 12(1). ISSN 1746-4358. Dostupné z: doi:10.1186/s13006-017-0105-1
21. World Health Organization. *Guideline: Counselling of Women to Improve Breastfeeding Practices*. Geneva: WHO, 2018, s. 9. ISBN 978-92-4-155046-8
22. Hariz, A., Bhattacharya, P. T. Megaloblastic anemia. *StatPearls* [online]. 2021. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537254/> (Last Update: December 13, 2022)

23. Hájek, Z., Čech E., Maršál K. *Porodnictví*. 3., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2014, s. 21-22, 220. ISBN 978-80-247-4529-9
24. Heiskanen, K., Siimes, M. A., Perheentupa, J, Salmenperä, L. Risk of Low Vitamin B₆ Status in Infants Breast-Fed Exclusively Beyond Six Months. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition*. 1996, 23(1), 38-44. Dostupné z: https://journals.lww.com/jpgn/Fulltext/1996/07000/Risk_of_Low_Vitamin_B6_Status_in_Infants.8.aspx
25. Hellmann, H., Mooney S. Vitamin B6: a molecule for human health? *Molecules*. 2010, 15(1), 442-459. ISSN 1420-3049. Dostupné z doi: 10.3390/molecules15010442
26. Hollis, B. W., Wagner, C. L., Howard, C. R., Ebeling, M., Shary, J. R., Smith, P. G., Taylor, S. N., Morella, K., Lawrence, R. A., Hulsey, T. C. Maternal Versus Infant Vitamin D Supplementation During Lactation: A Randomized Controlled Trial. *Pediatrics*. 2015, 136(4), 625-634. ISSN 0031-4005. Dostupné z doi: 10.1542/peds.2015-1669
27. Chebaya, P., Karakochuk, C.D., March, K.M., Chen, N.N., Stamm, R.A., Kroeun, H., Sophonneary, P., Borath, M., Shahab-Ferdows, S., Hampel, D., Barr, S.I., Lamers, Y., Houghton, L.A., Allen, L.H., Green, T.J., Whitfield, K.C. Correlations between Maternal, Breast Milk, and Infant Vitamin B12 Concentrations among Mother–Infant Dyads in Vancouver, Canada and Prey Veng, Cambodia: An Exploratory Analysis. *Nutrients*. 2017, 9(3). ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu9030270
28. Iburg, A. *Výživa dětí: kojíme, krmíme, učíme jíst*. 1. české vydání. Praha: Svojtka & Co., 2009, s. 12. ISBN 978-80-256-0223-2
29. Institute of Medicine (US) Committee on Nutritional Status During Pregnancy and Lactation. *Nutrition During Lactation*. Washington (DC): National Academies Press (US); 1991. 6, Milk Composition. ISBN: 0-309-53767-3. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK235590/>
30. Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. Washington (DC): National Academies Press (US), 1998. ISBN 978-0-309-06554-2. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114310/>. DOI: 10.17226/6015

31. Javorka, K. a kol. *Lekárska fyziológia: učebnica pre lekárske fakulty*. 1. vydání. Martin: Osveta, 2001, s. 395-396, 435. ISBN 80-8063-023-2
32. Kerns, J. C., Gutierrez, J. L. Thiamin. *Advances in Nutrition*. 2017, 8(2), 395-397. ISSN 2156-5376. Dostupné z doi:10.3945/an.116.013979
33. Khadangi, F., Azzi, A. Vitamin E – The Next 100 Years. *IUBMB Life*. 2019, 71(4), 411-415. ISSN 1521-6543. Dostupné z doi: 10.1002/iub.1990
34. Klimová, A., Brázdová, Z., Mydlilová, A., Paulová, M., Schneidrová, D., Šulcová, E. Kojení - dar pro život: [výuková pomůcka pro studující středních a vyšších zdravotnických škol]. 2. přepracované vydání. Praha: Grada, 1998, s. 9-10, 35-43, 81-86. ISBN 80-7169-490-8
35. Krešić, G., Dujmović, M., L Mandić, M., Redžić, D. Dietary intake of Croatian lactating women. *Croatian journal of food science and technology*. 2012, 4(1), 46-53. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/84720>
36. Liew, S. C. Folic acid and diseases-supplement it or not? *Revista da Associação Medica Brasileira*. 2016, 62(1), 90-100. ISSN 0104-4230. Dostupné z doi: 10.1590/1806-9282.62.01.90
37. Knight, J., Madduma-Liyanage, K., Mobley, J. A., Assimos, D. G., Holmes, R. P. Ascorbic acid intake and oxalate synthesis. *Urolithiasis*. 2016, 44(4), 289-297. ISSN 2194-7228. Dostupné z doi: 10.1007/s00240-016-0868-7
38. Mackey, A. D., Picciano, M. F. Maternal folate status during extended lactation and the effect of supplemental folic acid. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999, 69(2), 285-292. ISSN 0002-9165. Dostupné z doi:10.1093/ajcn/69.2.285
39. Mahabadi, N., Bhusal A., Banks, S. W. Riboflavin Deficiency. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470460/> (Last Update: July 18, 2022)
40. Martini, L., Pecoraro, L., Salvottini, C., Piacentini, G., Atkinson, R., Pietrobelli, A. Appropriate and inappropriate vitamin supplementation in children. *Journal of Nutritional Science*. 2020, 9(e20). ISSN 2048-6790. Dostupné z doi: 10.1017/jns.2020.12

41. Martínková, J., Grim, J., Hojdíková, H., Chládek, J., Chládková, J., Kulda, K., Libiger, J. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2018, s. 334, 341. ISBN 978-80-247-4157-4
42. Mohd Zaffarin, A. S., Ng, S. F., Ng, M. H., Hassan, H., Alias, E. Pharmacology and Pharmacokinetics of Vitamin E: Nanoformulations to Enhance Bioavailability. *International Journal of Nanomedicine*. 2020, 15, 9961-9974. ISSN 1178-2013. Dostupné z doi: 10.2147/IJN.S276355
43. Morse, N. L. Benefits of Docosahexaenoic Acid, Folic Acid, Vitamin D and Iodine on Foetal and Infant Brain Development and Function Following Maternal Supplementation during Pregnancy and Lactation. *Nutrients*. 2012, 4(7), 799-840. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu4070799
44. Mosegaard, S., Dipace, G., Bross, P., Carlsen, J., Gregersen, N., Olsen, R. K. J. Riboflavin deficiency—implications for general human health and inborn errors of metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, 21(11), 3847. ISSN 1422-0067. Dostupné z doi: 10.3390/ijms21113847
45. Muntau, A. *Pediatric*. 2. české vydání. Praha: Grada, 2014, s. 25-67, 237-238. ISBN 978-80-247-4588-6
46. Nuzzi, G., Di Cicco, M. E., Peroni, D. G. Breastfeeding and Allergic Diseases: What's New? *Children*. 2021, 8(5). ISSN 2227-9067. Dostupné z doi: 10.3390/children8050330
47. Obeid, R., Heil, S. G., Verhoeven, M. M. A., van den Heuvel, E. G. H. M., de Groot, L. C. P. G. M., Eussen, S. J. P. M. Vitamin B12 Intake From Animal Foods, Biomarkers, and Health Aspects. *Frontiers in Nutrition*. 2019, 6(93). ISSN 2296-861X. Dostupné z doi: 10.3389/fnut.2019.00093
48. Perlík, F. *Základy klinické farmakologie*. Praha: Galén, 2008, s. 129. Zubní lékařství. ISBN 978-80-7262-528-4
49. Redzic, S., Gupta, V. Niacin deficiency. *StatPearls* [online]. 2020. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557728/> (Last Update: February 19, 2023)
50. Rutkowski, M., Grzegorzcyk, K. Adverse effects of antioxidative vitamins. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental*

Health. 2012, 25(2), 105-121. ISSN 1896-494X. Dostupné z doi: 10.2478/S13382-012-0022-x

51. Shulpekova, Y., Nechaev, V., Kardasheva, S., Sedova, A., Kurbatova, A., Bueverova, E., Kopylov, A., Malsagova, K., Dlamini, J. C., Ivashkin, V. The concept of folic acid in health and disease. *Molecules*. 2021, 26(12), 3731. ISSN 1420-3049. Dostupné z doi: 10.3390/molecules26123731
52. Schmid, A., Walther B. Natural Vitamin D Content in Animal Products. *Advances in Nutrition*. 2013, 4(4), 453-462. ISSN 2156-5376. Dostupné z doi: 10.3945/an.113.003780
53. Silbernagl, S., Despopoulos, A. *Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání*. 4. české vydání. Praha: Grada, 2016, s. 238, 274-275, 304-307, 322-323. ISBN 978-80-247-4271-7
54. Silva, A. L. C. D., Ribeiro, K. D. D. S., Melo, L. R. M., Bezerra, D. F., Queiroz, J. L. C., Lima, M. S. R., Pires, J. F., Bezerra, D. S., Osório, M. M., Dimenstein, R. Vitamin E in Human Milk and Its Relation to the Nutritional Requirement of the Term Newborn. *Revista Paulista de Pediatria*. 2017, 35(2), 158-164. ISSN 0103-0582. Dostupné z doi: 10.1590/1984-0462/;2017;35;2;00015
55. Stach, K., Stach, W., Augoff, K. Vitamin B6 in health and disease. *Nutrients*. 2021, 13(9), 3229. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu13093229
56. Stránská, K., Andělová, M., Stránský, M., Kohout, P. *Referenční hodnoty pro příjem živin*. 1. vydání. Výživaservis s.r.o.: Praha, 2011, s. 61-115. ISBN 978-80-254-6987-3
57. Su, Y., Mao, Y., Tian, F., Cai, X., Chen, R., Li, N., Qian, C., Li, X., Zhao, Y., Wang, Y. Profile of Folate in Breast Milk from Chinese Women over 1–400 Days Postpartum. *Nutrients*. 2022, 14(14). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu14142962
58. Tardy, A. L., Pouteau, E., Marquez, D., Yilmaz, C., Scholey, A. Vitamins and minerals for energy, fatigue and cognition: a narrative review of the biochemical and clinical evidence. *Nutrients*. 2020, 12(1), 228. ISSN 2072-6643. Dostupné z doi: 10.3390/nu12010228
59. Tkáčiková, J. Hodnotenie príjmu vitamínov u tehotných žien. Hradec Králové, 2022. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Farmaceutická fakulta v Hradci

Králové, Katedra biologických a lékařských věd. Vedoucí diplomové práce
PharmDr. Miroslav Kovařík, Ph.D.

60. Trojan, S., Bátěk, F., Brozman, B., Ivančo, I., John, C., Mourek, J., Novák, L., Peňáz, J., Schreiber, Vr., Šimek, J., Tomori, Z., Trávníčková, E., Vlk, J., Wünsch, Z. *Fyziologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 1. část. 1. vydání. Praha: Avicenum, 1987, s. 430-441
61. Turck, D., Bresson, J. L., Burlingame, B., Dean, T., Fairweather-Tait, S., Heinonen, M., Hirsch-Ernst, K. I., Mangelsdorf, I., McArdle, H. J., Naska, A., Nowicka, G., Pentieva, K., Sanz, Y., Siani, A., Sjödin, A., Stern, M., Tomé, D., Loveren H. V., Vinceti, M., Willatts, P., Lamberg-Allardt, C., Przyrembel, H., Tetens, I., Rakic, J. G., Ioannidou, S., de Sesmaisons-Lecarré, A., Forss, A. C., Neuhäuser-Berthold, M. Dietary reference values for thiamin. *EFSA Journal*. 2016, 14(12), 4653. ISSN 18314732. Dostupné z doi: 10.2903/j.efsa.2016.4653
62. Valdés, F. Vitamina C. *Actas dermo-sifiliográficas*. 2006, 97(9), 557-568. ISSN 00017310. Dostupné z doi: 10.1016/s0001-7310(06)73466-4
63. Vasavada A., Sanghavi D. Cyanocobalamin. *StatPearls* [online]. 2022. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555964/> (Last Update: September 21, 2022)
64. Wagner, C. L., Hollis, B. W. Early-Life Effects of Vitamin D: A Focus on Pregnancy and Lactation. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2020, 76(2), 16-28. ISSN 0250-6807. Dostupné z doi: 10.1159/000508422
65. Wang, D., Thielecke, F., Fleith, M., Afeiche, M. C., De Castro, C. A., Martínez-Costa, C., Haaland, K., Marchini, G., Agosti, M., Domellöf, M., Costeira, M. J., Billeaud, C., Vanapee, M., Picaud, J. C., Samuel, T. M. Analysis of dietary patterns and nutritional adequacy in lactating women: a multicentre European cohort (ATLAS study). *Journal of nutritional science*. 2021, 10, e17. Dostupné z doi: 10.1017/jns.2021.7
66. Wang, S., Wei, Y., Liu, L., Li, Z. Association Between Breastmilk Microbiota and Food Allergy in Infants. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2022, 11. ISSN 2235-2988. Dostupné z doi:10.3389/fcimb.2021.770913
67. Weigert, V. *Všechno o kojení*. 1. vydání. Praha: Portál, 2006, s. 21, 156. Rádcí pro rodiče a vychovatele. ISBN 80-7367-071-2

68. Wenke, M., Eybl, L., Hynie, S., Inczinger, F., Kovalčík, V., Květina, J., Lenfeld, J., Mráz, M., Nicák, A., Vaněček, J., Višňovský, P. *Farmakologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 1.vydání. Praha: Avicenum, 1986, s. 539-545
69. Xiao, W., Wang, R. S., Handy, D. E., Loscalzo, J. NAD (H) and NADP (H) redox couples and cellular energy metabolism. *Antioxidants & redox signaling*. 2018, 28(3), 251-272. ISSN 1523-0864. Dostupné z doi: 10.1089/ars.2017.7216
70. Zhang, M., Han, W., Hu, S., Xu, H. Methylcobalamin: A Potential Vitamin of Pain Killer. *Neural Plasticity*. 2013, 2013, 1-6. ISSN 2090-5904. Dostupné z doi: 10.1155/2013/424651