

UNIVERZITA KARLOVA

3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Autoreferát dizertační práce

**Nutriční, metabolické a endokrinní konsekvence
rostlinných diet u dětí a dospívajících**

**Nutrition, metabolic and endocrine consequence of plant-based
diet in children and adolescents**

MUDr. Martin Světnička

Školitel: MUDr. Eva El-Lababidi, Ph.D.

Školitel konzultant: doc. MUDr. Jan Gojda, Ph.D.

Praha 2024

Doktorské studijní programy v biomedicině

Univerzita Karlova a Akademie věd České republiky

Obor, předseda oborové rady: Preventivní medicína a epidemiologie

doc. MUDr. Jan Polák, Ph.D., MBA

Školící pracoviště:

Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta
Klinika dětí a dorostu,
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

Autor:

MUDr. Martin Světnička

Školitel:

MUDr. Eva El-Lababidi, Ph.D.

Školitel konzultant:

doc. MUDr. Jan Gojda, Ph.D.

OBSAH	
SOUHRN	4
SUMMARY	7
ÚVOD	10
HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE	12
METODOLOGIE	13
Autorizace Etické komise.....	13
Antropometrické vyšetření a klinické vyšetření.....	13
Dotazníkové šetření.....	13
Laboratorní vyšetření	14
Hodnocení nutričního příjmu	14
Statistika	14
VÝSLEDKY	15
DISKUSE	18
Vitamin B12	18
Jód	18
Bílkoviny.....	19
Kalcium fosfátový metabolismus včetně vitamínu D	19
Železo	20
Lipidy a kyselina močová	20
Antropometrie	20
Limitace.....	20
ZÁVĚR.....	22
POUŽITÁ LITERATURA.....	24
SEZNAM ZKRATEK.....	27
SEZNAM PUBLIKACÍ	29

SOUHRN

Úvod: Dizertační práce se zabývá vlivem rostlinného stravování, vegetariánství (VG) a veganství (VN) na vybrané nutriční, endokrinologické a metabolické parametry u dětí v České republice. Rostlinné stravování je alternativní výživový směr, kdy dochází k vědomému omezování živočišných složek z jídelníčku. Mezi hlavní směry patří vegetariánství, jehož zastánci konzumují rostlinné produkty, mléčné výrobky a vejce. Druhou alternativou je veganství, kdy dochází k úplnému vynechání živočišných produktů ze stravy. Popularita rostlinné stravy, zejména veganství, v posledních desetiletích výrazně roste. Zájem o tuto stravu je podporován etickým a ekologickým přístupem k životu. Studie naznačují, že rostlinná strava může snižovat riziko některých chronických onemocnění, jako jsou diabetes mellitus typu 2, kardiovaskulární onemocnění a některých typů malignit. Dodržování veganské stravy má pozitivní vliv na hmotnost, kontrolu glykémie a hladiny lipidů u dospělých jedinců s metabolickým syndromem. Avšak omezení živočišných produktů může vést k riziku rozvoje nutričních deficitů, jako jsou vitamin B12, jód, vitamin D, vápník, železo, selen, zinek a n-3 mastné kyseliny, ale i některých makroživin jako bílkovin a energie. Studie ukazují rozdíly v příjmu živin mezi vegany a konvenčně se stravujícími dětmi a některé popisují možný negativní vliv na jejich růst. Doporučení odborných skupin ohledně rostlinné stravy se však liší a právě nesoulad v jednotlivých závěrech odborných společností může zvyšovat riziko poškození zdraví těchto dětí a dospívajících.

Cíle: Cílem práce bylo popsat zdravotní stav – klinické vyšetření, antropometrie, rizikové laboratorní parametry a v případě jódu a vitamínu B12 i nutriční příjem – u dětí, které se stravují vegetariánsky nebo vegansky, a to v porovnání s konvenčně se stravujícími dětmi. Dalším cílem bylo výsledky poté zasadit do kontextu dosavadních publikací a navázat spolupráci s preventivními orgány České republiky (Státní zdravotnický ústav).

Metodologie: Studie byla navržena jako deskriptivní průřezová (cross-sectional study) a probíhala v období od září 2019 do června 2021 na Klinice Děti a dorostu FN KV a 3. LF UK. Celkem bylo vyšetřeno 227 dětí. Nábor probíhal prostřednictvím sociálních sítí zaměřených na problematiku veganské a vegetariánské stravy a také prostřednictvím praktických lékařů pro děti a dorost. Z tohoto počtu se 96 dětí identifikovalo jako konzumenti stravy VG a 79 jako VN. Kontrolní skupinu tvořilo

52 dětí stravujících se konvenčně (OM), které byly vybrány tak, aby odpovídaly věkovému rozložení skupiny dětí stravujících se rostlině (VG/VN). Do studie byly zařazeny děti ve věku od 0 do 18 let bez závažných chronických onemocnění. Každý účastník podstoupil základní antropometrické vyšetření, které zahrnovalo měření hmotnosti a výšky. Následně byly vyplněny studijní dotazníky týkající se osobní anamnézy a užívání výživových doplňků. Poté proběhly klinické vyšetření dítěte a odběr biologického materiálu pro potřebu laboratorní analýzy (moč, krev). U každého účastníka byla prováděna laboratorní analýza zaměřená na sledování parametrů: vitamínu B12 (B12, aB12, hcys, folát, MCV), jódu (UIC, fT4, fT3, TSH, TG, ATPOc, AhTGc), železa (Fe, Ferritin, RBC, MCV, MCH, MCHC, Hgb), kostního zdraví (Ca, Mg, P, ALP, PTH, 25OHD), bílkovin (CB, Alb, IGF-I, WBC), lipidogramu (cholesterol, HDL, LDL, TAG) a kyseliny močové. Kromě laboratorních analýz byl proveden i třídní záznam jídelníčku, který sloužil k posouzení nutričního příjmu vitamínu B12 a jódu.

Výsledky: Výsledky analýzy metabolismu vitamínu B12 ukázaly, že je velmi nízká prevalence deficitu B12 ve VG/VN skupině z důvodu vysokého povědomí o nutnosti preventivní suplementace. Na druhou stranou neuvážená nadměrná dávka vedla v řadě případů k laboratorní hypervitaminóze B12 s neznámým dopadem na zdraví dětí. Rozdíly v hladinách holotranskobalaminu a MCV nebyly významné. Analýza jódového zásobení a parametrů štítné žlázy popsala statisticky významný rozdíl v UIC, nejvyšší hodnoty byly stanoveny ve skupině OM. U VN dětí byly naměřeny extrémní hodnoty jak nejnižší (5,99 µg/L), tak nejvyšší (991,80 µg/L), tj. nález svědčící pro možné riziko předávkování jódem i při dodržování čistě rostlinné stravy (konzumace mořských řas). Identifikovali jsme $n = 31$ VN (40,8 %), $n = 32$ VG (34,0 %) a $n = 11$ OM (21,2 %) dětí s nedostatkem jódu (UIC < 100 µg/L) ($p = 0,07$). Děti, které pravidelně užívaly výživové doplňky s jódem, měly vyšší UIC. Medián UIC překročil hodnotu stanovenou > 100 µg/L ve všech třech skupinách, ale trend k nižším jodurím s narůstající mírou restriktce je na první pohled patrný. Nebyly popsány významné rozdíly v TSH, fT3, TG a ATPOc. Prevalence AhTGc byla významně vyšší ve skupinách VG (18,2 %) / VN (35,0 %) ve srovnání se skupinou OM (2,1 %) ($p < 0,05$). Statisticky významný byl rozdíl v hladinách 25OHD, kdy nejvyšší hladiny byly u VN dětí, následovaly VG s nejhorsím nálezem u OM dětí, nález koreluje s vysokou prevalencí preventivní suplementace vitamínem

D u dětí stravujících se VG/VN, a to i v průběhu celého roku. VG/VN děti měly tím nižší zásoby železa, čím restriktivnější dietu konzumovaly, významné byly nálezy v hladinách hemoglobinu, ferritinu, RBC, HCT a železa. Obdobný trend následují hodnoty cholesterolu, HDL a LDL. VN děti byly štíhlejší a více $n = 7$ dětí mělo BMI pod 3. percentil. Nebyl popsán statisticky významný rozdíl (nebo byla popsána malá síla účinku = „Effect size“) v sérových bílkovinách (CB, Alb, IGF-I) a WBC; v hladinách Ca, P, Mg, ALP, PTH; MCV, MCH, MCHC; TAG a kyseliny močové.

Závěr: Závěrem lze konstatovat, že několikaletá práce s dětmi stravujícími se rostlinně vedla k identifikaci rizikové populace stran rozvoje jódového deficitu v České republice. Doporučujeme používat sůl s jódem při přípravě domácí stravy a zvážit pravidelnou suplementaci jódem v dávkách stanovených jako denní doporučené dle Světové zdravotnické organizace. Dále jsme zjistili, že děti stravující se rostlinně jsou ohroženy deficitem vitamínu B12 bez zařazení adekvátní suplementace. Nepozorovali jsme žádné závažné následky nedostatku vitamínu B12. U dětí užívajících suplementaci byla zjištěna vysoká prevalence hypervitaminózy B12. Suplementace vitamínem B12 je klíčová, ale potřebné jsou další studie pro určení optimální dávky. Doporučení pro pravidelnou suplementaci se týká i vitamínu D, který je častěji užíván veganskými a vegetariánskými dětmi. Naše zjištění naznačují, že pestrá a vyvážená rostlinná strava s pravidelnou suplementací může minimalizovat rizika spojená s eliminací živočišných produktů. Doporučujeme však pravidelné lékařské kontroly a i nadále zůstává faktem, že pestrá vyvážená konvenční strava je pro zdraví a vývoj dítěte nejlepší možnou variantou.

SUMMARY

Introduction: The dissertation focuses on the influence of plant-based diets, vegetarianism (VG), and veganism (VN) on selected nutritional, endocrinological, and metabolic parameters in children in the Czech Republic. Plant-based eating is an alternative dietary approach involving a conscious reduction of animal components from the diet. The main approaches include vegetarianism, whose proponents consume only plant products, dairy, and eggs. The second alternative is veganism, which involves the complete exclusion of animal products from the diet. The popularity of plant-based diets, especially veganism, has significantly increased in recent decades. Interest in this diet is supported by ethical and ecological approaches to life. Studies suggest that a plant-based diet may reduce the risk of certain chronic diseases such as type 2 diabetes mellitus, cardiovascular diseases, and some types of malignancies. Adherence to a vegan diet has a positive impact on weight, glycemic control, and lipid levels in adults with metabolic syndrome. However, limiting animal products may lead to the risk of developing nutritional deficiencies such as vitamin B12, iodine, vitamin D, calcium, iron, selenium, zinc, and n-3 fatty acids, as well as some macronutrients such as energy and protein. Studies show differences in nutrient intake between vegans and conventionally eating children, and some describe a possible negative impact on their growth. Recommendations from expert groups regarding plant-based diets vary, and the discordance in the approaches of professional societies increases the risk of health damage to these children and adolescents because there are no uniform preventive recommendations.

Objectives: The aim of the study was to describe the health status – clinical examination, anthropometry, laboratory tests, and in the case of iodine and vitamin B12, also nutritional intake – in children following vegetarian or vegan diets compared to conventionally eating children. The results were then contextualized with previous publications and cooperation with preventive authorities in the Czech Republic (State Health Institute).

Methodology: The study was designed as a descriptive cross-sectional study and took place from September 2019 to June 2021 at the clinic. A total of 227 children were examined. Recruitment was conducted through social networks focused on issues of vegan and vegetarian diets, as well as through pediatricians for children and

adolescents. Out of this number, 96 children identified themselves as consumers of a vegetarian diet (VG) and 79 as vegans (VN). The control group consisted of 52 conventionally eating children (OM), selected to match the age distribution of the plant-eating children (VG/VN). Children aged 0 to 18 years without serious chronic illnesses were included in the study. Each participant underwent basic anthropometric examination, including weight and height measurements. Subsequently, study questionnaires regarding personal history and use of dietary supplements were completed. This was followed by clinical examination of the child and collection of biological material for laboratory analysis (urine, blood). Laboratory analysis was performed for each participant focusing on monitoring parameters: Vitamin B12 (B12, aB12, hcys, folate, MCV), iodine (UIC, fT4, fT3, TSH, TG, ATPOc, AhTGc), iron (Fe, Ferritin, RBC, MCV, MCH, MCHC, Hgb), bone health (Ca, Mg, P, ALP, PTH, 25OHD), proteins (CB, Alb, IGF-I, WBC), lipid profile (cholesterol, HDL, LDL, TAG), and uric acid. In addition to laboratory analyses, a 3-day dietary record was conducted to assess the nutritional intake of vitamin B12 and iodine.

Results: The results of the vitamin B12 metabolism analysis showed a very low prevalence of deficiency of this vitamin in the VG/VN group due to high awareness of the need for preventive supplementation. On the other hand, unconsidered excessive doses led to laboratory hyper-vitaminosis B12 in several cases with unknown impact on children's health. Differences in levels of holotranscobalamin and MCV were not significant. The analysis of iodine status and thyroid parameters described a statistically significant difference in UIC, with the highest values in the OM group vs. VG vs. VN. Extreme values were measured in VN children, both lowest (5,99 µg/L) and highest (991,80 µg/L), indicating a possible risk of iodine overdose even with a purely plant-based diet (seaweeds). We identified n = 31 VN (40,8 %), n = 32 VG (34,0 %), and n = 11 OM (21,2 %) children with iodine deficiency (UIC < 100 µg/L) (p = 0,07). Children who regularly took iodine supplements had higher UIC. The median UIC exceeded the value set >100 µg/L in all three groups, but the trend towards lower iodines with increasing dietary restriction is apparent at first glance. No significant differences were described in TSH, fT3, TG, and ATPOc. The prevalence of AhTGc was significantly higher in the VG (18,2 %) / VN (35,0 %) groups compared to the OM group (2,1 %) (p < 0,05). A

statistically significant difference was found in 25OHD levels, with the highest levels in VN children, followed by VG with the worst findings in OM children, correlating with the high prevalence of preventive vitamin D supplementation in children following VG/VN diets. VG/VN children had lower iron stores, the more restrictive their diet, with significant findings in hemoglobin, ferritin, RBC, HCT, and iron levels. Similar trends were observed in cholesterol, HDL, and LDL levels. VN children were leaner, with more $n = 7$ children having a BMI below the 3rd percentile. No statistically significant difference (or a small effect size) was described in serum proteins (CB, Alb, IGF-I) and WBC; in Ca, P, Mg, ALP, PTH levels; MCV, MCH, MCHC; TAG, and uric acid.

Conclusion: In conclusion, several years of work with children following a plant-based diet led to the identification of a risk population regarding the development of iodine deficiency in the Czech Republic. We recommend using iodized salt in the preparation of homemade food and considering regular iodine supplementation at doses determined as daily recommended by the World Health Organization. Furthermore, we found that children following a plant-based diet are at risk of deficiency without adequate supplementation. We did not observe any serious consequences of deficiency, but a high prevalence of hyper-vitaminosis B12 was found. Vitamin B12 supplementation is crucial, but further studies are needed to determine the optimal dose. Recommendations for regular supplementation also apply to vitamin D, which is more commonly used by vegan and vegetarian children. Our findings suggest that a varied and balanced plant-based diet with regular supplementation can minimize the risks associated with the elimination of animal products. We recommend regular medical check-ups.

ÚVOD

Rostlinné stravování je druh alternativní výživy, kdy konzumenti této stravy vynechávají ze svého jídelníčku živočišné produkty. Hlavní skupinou jsou vegetariáni nekonzumující maso a vegané, kteří nekonzumují žádnou potravinu živočišného původu, vynechávají tedy maso, ryby, mléko a mléčné produkty a vejce.

V celém světě je nyní patrný trend narůstající popularity těchto alternativních výživových směrů. Množství veganů ve Spojených státech amerických stoupl z 0,2 % v roce 2012 na 6 % v roce 2017 (Šimčík 2018). Dle agentury IPSOS, která provedla průzkum trhu v roce 2019, se až 10 % populace ve věku 18 až 34 let v České republice hlásí k vegetariánství nebo veganství. Důvody mohou být etické, ekologické a zdravotní. Některé studie prokazují, že lidé konzumující rostlinnou stravu mají nižší riziko některých chronických onemocnění (diabetes mellitus 2. typu, kardiovaskulární onemocnění a specifické typy zhoubných nádorových onemocnění) (Selinger et al. 2023). V dětské populaci je rostlinná strava diskutována jako preventivní prostředek v problematice dětské obezity a kardiovaskulárních onemocnění. Jedním z důvodů je signifikantně nižší výskyt obezity ve skupině veganů oproti skupině konvenčně se stravujících dětí (18 % oproti 23,2 %) (Sabatè a Wien 2010; Desmond et al. 2018; Weder et al. 2019). Rostlinná strava se vyznačuje vyšším příjmem vlákniny, vitamínu C, vitamínu E, folátu, magnézia a některých polynenasycených mastných kyselin (Larsson et al. 2011). Hlavním rizikem rostlinného stravování je však rozvoj nutričních deficitů, protože živočišné produkty jsou důležitým zdrojem základních živin. Především veganství je rizikové pro rozvoj: nedostatku bílkovin, vitamínu B12, vitamínu D, vápníku, jódu, železa, selenu a zinku, ale také n-3 nenasycených mastných kyselin (Larsson et al. 2011). Existují studie popisující větší zastoupení dětí s opožděným růstem ve skupině veganské oproti skupině konvenčně se stravujících (Weder et al. 2019; 2022), ale také studie, které tento rozdíl nepopisují (Alexy et al. 2021; Hovinen et al. 2021; Larsson a Johansson 2002). Vzhledem k faktu, že růst a psychomotorický vývoj dítěte jsou velmi křehké, může rozvoj těchto deficitů negativně ovlivnit jejich průběh a vést k nevratnému až fatálnímu poškození jedince. Jednotlivé zahraniční odborné skupiny se výrazně liší ve svých doporučeních. Některé státy rostlinné stravování nedoporučují a v zásadě od něj odrazují (Francie, Německo), jiné nabízejí doporučené postupy a možnosti, jak dítě vegansky stravovat (USA, Itálie) (Lemale et

al. 2019; American Dietetic Association 2003; Craig a Mangels 2009; Kersting et al. 2018).

Z výše uvedených důvodů jsme se rozhodli provést nutričně epidemiologickou průřezovou studii, která porovnává příjem, suplementaci a laboratorní nálezy kritických nutrientů u dětí ve věku 0-18 let stravujících se vegetariánsky nebo vegansky v porovnání s konvenčně stravujícími se dětmi v České republice. Zaměřili jsme se především na vitamin B12 a jód, které jsou podrobně rozebrány v následujícím textu. Analyzovali jsme také suplementační návyky a laboratorní parametry dalších nutrientů (vitamin D, vápník, železo, bílkoviny, lipidy a kyselina močová), kterým je věnováno méně prostoru. Pro vytvoření uceleného vhledu do problematiky jsme zahrnuli i parametry, které nebyly zkoumány ve studii (polynenasycené mastné kyseliny). Tento text může poskytnout podklady pro vytvoření doporučeného postupu. Domníváme se, že samotný zákaz tohoto alternativního stravování není vhodný a bezpečný preventivní prostředek a příslušné orgány veřejného zdravotnictví by se měly zabývat riziky rostlinného stravování u dětí a jejich následným managementem.

HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo prozkoumat zdravotní stav české populace dětí, která se rozhodla ze svého jídelníčku vynechat živočišné produkty, a to i přes existenci podobně zaměřených projektů v některých okolních zemích. Důvodem je fakt, že každý stát má jistě svá výživová a behaviorální specifika a jeho strava vychází z odlišného spotřebního koše – liší se nabídka alternativních produktů včetně těch fortifikovaných.

Studie je koncipována jako průřezová. Výsledky antropometrických, dotazníkových a laboratorních vyšetření poté byly porovnány s kontrolní skupinou dětí, které se stravují konvenčně (ze svého jídelníčku nevyklučují žádné potraviny) – tj. byl použit model vegan vs. vegetarián vs. omnivor. Cílem bylo porovnat výsledky se zahraničním poznáním a závěry komunikovat s příslušnými preventivními orgány – Státním zdravotnickým ústavem.

Hypotézy

- 1) Populace veganských dětí disponuje vyšším rizikem rozvoje nutričních deficitů. V případě konzumace živočišných produktů se toto riziko snižuje, až zcela vymizí.
- 2) Více veganských dětí bude svou hmotností, délkou/výškou a BMI pod 3. percentil než populace dětí vegetariánských nebo omnivorních.

V případě vitamínu B12 a jódu byla provedena i analýza tří denního záznamu jídelních zvyklostí. U vitamínu B12, jódu, vitamínu D a železa byla prostřednictvím dotazníkového šetření sledována frekvence užívání suplementů obsahující tyto potenciálně rizikové mikronutrienty.

METODOLOGIE

Studie byla provedena jako deskriptivní průřezová (cross-sectional study) v období mezi zářím 2019 a červnem 2021 na Klinice dětí a dorostu FN KV a 3. LF UK. Celkem bylo vyšetřeno 227 dětí, které do studie přihlásili jejich zákonní zástupci. Nábor účastníků probíhal prostřednictvím sociálních sítí zaměřených na rostlinné stravování a lékařů pro děti a dorost. Z 227 dětí bylo 96 vegetariánů a 79 veganů a 52 dětí tvořilo skupinu kontrolní, konvenčně se stravující. Kritéria pro zařazení do studie byla věk 0–18 let a absence chronického onemocnění ovlivňujícího metabolismus a vstřebávání živin. Každý účastník podstoupil antropometrické a klinické vyšetření, vyplnil dotazníky pod vedením lékaře a podstoupil laboratorní testy – odběr moči a krve. Veškerý biologický materiál byl uložen pro budoucí potřeby v bance biologického materiálu Oddělení klinického výzkumu Interní kliniky Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

Autorizace Etické komise: Projekt byl schválen Etickou komisí 3. lékařské fakulty (souhlasné vyjádření k datu 18. 10. 2019) i Etickou komisí Fakultní nemocnice Královské Vinohrady (souhlasné vyjádření k datu 2. 10. 2019).

Antropometrické vyšetření a klinické vyšetření: Všichni účastníci byli zváženi a změřeni – výška na stadiometru (od 2 let), délka na bodymetru (do 2 let) – prostřednictvím pediatrické sestry za využití kalibrovaných a certifikovaných přístrojů. Obdržená data – hmotnost v kilogramech a délka nebo výška v centimetrech – byla zadána lékařem do aplikace Růst.cz, jejíž pracovní databáze pochází z Celostátního antropometrického výzkumu z roku 2001 (tzv. CAV). Výstupy byly výška, hmotnost, z nich vypočítané BMI, příslušný percentil a směrodatná odchylka od váženého průměru.

Dotazníkové šetření: Následně byl vyplněn dotazník týkající se osobní anamnézy, který se zaměřoval na užívání výživových doplňků (především vitamin B12, jód, vitamin D a železo). Dále dotazník mapoval případná chronická onemocnění, alergie nebo farmakoterapii. Druhý dotazník vstupního vyšetření se zaměřoval na fyzikální nálezy a obsahoval především antropometrické údaje a zhodnocení celkového stavu dítěte.

Laboratorní vyšetření: Vyšetřovány byly následující parametry – metabolismus vitamínu B12 (B12, aB12, hcys, folát, MCV), jódu (UIC, fT4, fT3, TSH, TG, ATPOc, AhTGc), železa (Fe, Ferritin, RBC, MCV, MCH, MCHC, Hgb), kostního zdraví (Ca, Mg, P, ALP, PTH, 25OHD), bílkovin (CB, Alb, IGF-I, WBC), lipidogramu (cholesterol, HDL, LDL, TAG) a kyseliny močové.

Hodnocení nutričního příjmu: Pro hodnocení příjmu jódu a vitamínu B12 byl analyzován třídní záznam jídelníčku každého účastníka a následně byl příjem spočítán nutriční terapeutkou v programu Nutriservis Pro.

Statistika: Pro analýzu dat byli účastníci rozděleni do tří základních skupin a dále podle suplementačních návyků. Pro popisnou analýzu byl vypočten průměr a jeho směrodatná odchylka. Dále byly spočítány maximální a minimální hodnoty. Kategorické proměnné jsou uváděny jako podíl účastníků z konkrétní kategorie. Pro popis vztahu mezi výživovým směrem a hladinou sledovaného parametru bylo využito spojitých proměnných a jejich vyjádření jako velikost efektu s 95% konfidenčním intervalem a p-hodnotou za použití Wilcoxonova testu. Dále byl použit lineární regresní model pro popis vztahu mezi logaritmičsky transformovanou spojitou proměnou a typem diety adjustované na věk a pohlaví. Pro kategorické proměnné a výpočet p-hodnoty byl použit chí-kvadrát test. Analýza byla provedena v programu RStudio.

VÝSLEDKY

Analýza metabolismu vitamínu B12 ukázala, že ve skupině VG/VN je nízká prevalence jeho deficitu díky vysokému povědomí o potřebě preventivní suplementace. Pouze $n = 11$ rodičů dětí VN uvedlo, že nepodávají žádné doplňky s obsahem vitamínu B12 ve srovnání s $n = 31$ rodičů VG dětí. Medián dávky vitamínu B12 byl $86,50 \mu\text{g}$ (IQR 0,00–200,00) pro VG a $98,0 \mu\text{g}$ (IQR 63,00–250,00) pro VN. Nicméně neuvážené nadměrné dávky často vedly k laboratorní hypervitaminóze B12. Průměrná hladina B12 byla u OM $502,52 \pm 213,98 \text{ pmol/L}$ vs. VG $629,39 \pm 325,19 \text{ pmol/L}$ vs. VN $634,44 \pm 306,71 \text{ pmol/L}$ ($p < 0,05$). A u $n = 38$ VG, $n = 34$ VN a $n = 9$ OM dětí jsme popsali laboratorní diagnózu hypervitaminózy vitamínu B12 ($p < 0,05$). Dopad dlouhodobé hypervitaminózy B12 na zdraví a vývoj dětí není doposud jasný. Naměřené hodnoty jsou vizualizovány na obrázku č. 1.

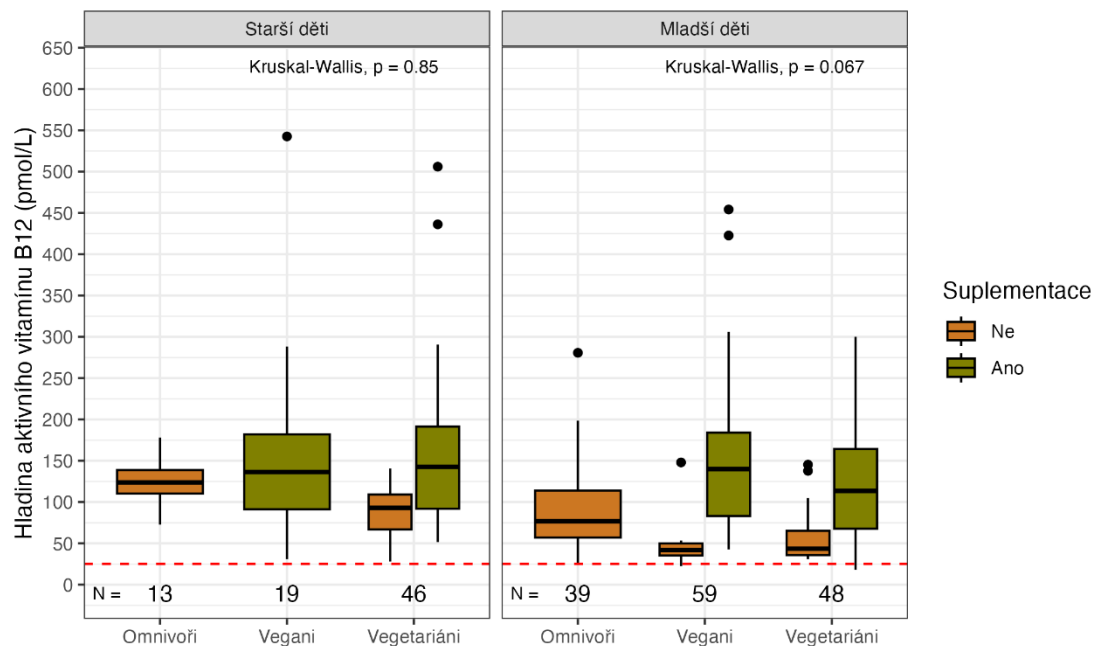
VG/VN děti měly tendenci k nižším hladinám jódu ve vzorcích ranní moči. Nejvyšší hodnoty byly pozorovány ve skupině OM $195,3 \pm 105,28 \mu\text{g/L}$ vs. VG $175,91 \pm 152,48 \mu\text{g/L}$ vs. VN $162,93 \pm 162,30 \mu\text{g/L}$ ($p < 0,05$). Nižší hodnoty UIC byly pozorovány ve skupině VN ve srovnání se skupinou VG a ta dosáhla horších výsledků než OM. Nejnižší ($5,99 \mu\text{g/L}$), ale také nejvyšší ($991,80 \mu\text{g/L}$) hodnoty UIC byly naměřeny u VN. Identifikovali jsme $n = 31$ VN (40,8 %), $n = 32$ VG (34,0 %) a $n = 11$ OM (21,2 %) dětí s nedostatkem jódu (UIC $< 100 \mu\text{g/L}$) ($p = 0,07$), viz obrázek č. 2. U VG/VN dětí byla zároveň patrná vyšší prevalence pozitivivity AhTGc, která je v literatuře diskutována jako možný marker jódového deficitu v populaci.

Výrazný rozdíl byl zaznamenán v hladinách 25OHD, OM $59,63 \pm 27,45 \text{ nmol/L}$ vs. VG $77,72 \pm 28,88 \text{ nmol/L}$ vs. VN $84,50 \pm 33,25 \text{ nmol/L}$ ($p < 0,05$), kde VN děti měly nejvyšší hodnoty, následující VG a nejhorší výsledky měly OM děti, což koreluje s vysokou mírou preventivní suplementace vitamínem D u dětí na VG/VN stravě, 15,4 % OM, 67,7 % VG, 82,3 % VN.

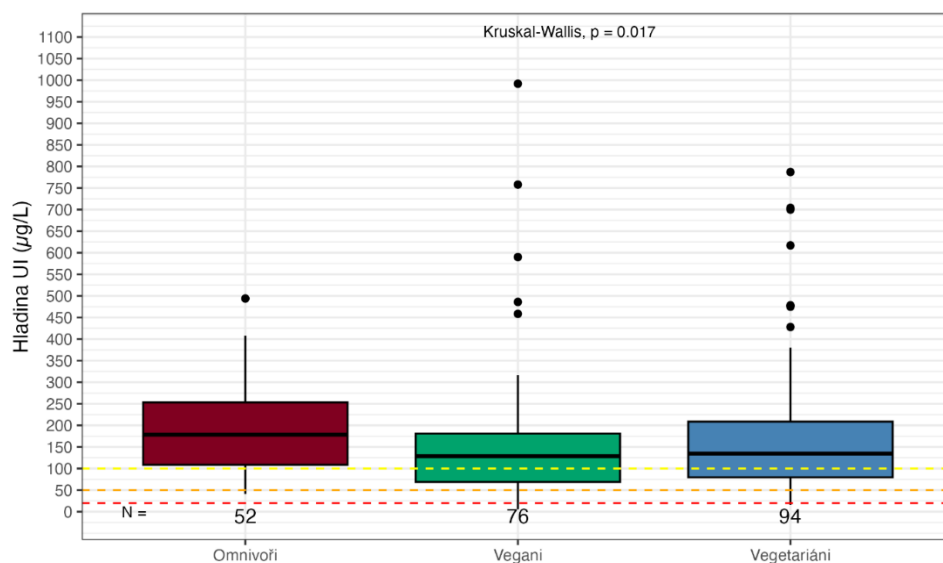
VG/VN děti měly tím nižší zásoby železa, čím restriktivnější dietu dodržovaly, což se projevilo v hladinách hemoglobinu, ferritinu, RDW, RBC a železa. Stejný trend byl pozorován u hodnot cholesterolu, HDL a LDL.

VN děti byly štíhlejší, přičemž sedm dětí mělo BMI pod 3. percentil.

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (nebo byl zaznamenán malý efekt) v sérových bílkovinách (CB, Alb, IGF-I) a WBC; hladinách Ca, P, Mg, ALP, PTH; MCV, MCH, MCHC; TAG a kyselině močové.



Obrázek 1. Hladina aktívneho vitamínu B12 (holotranskobalamin) dle stravovacích návyků a suplementace (pmol/L)
 Hraniče deficitu = červená čárkovaná čára tj. < 25 pmol/L, mladší děti = děti ve věku 0–6 let, starší děti = děti ve věku 6–18 let,
 silná čára = medián, obdélník = mezikvartilové rozpětí (IQR), kde: Q1 = 25. percentil a Q3 = 75. percentil, svislá čára = Q1-
 1,5*IQR a Q3+1,5*IQR, p-hodnota vypočítána za pomoci Wilcoxonova testu.



Obrázek 2. Hladiny koncentrace jódu ve vzorku ranní moči (μg/L)
 UIC = Jodurie, <100 μg/L = modrá čárkovaná čára, < 50 μg/L = žlutá čárkovaná čára, < 20 μg/L = červená čárkovaná čára,
 mladší děti = děti ve věku 0–6 let, starší děti = děti ve věku 6–18 let, silná čára = medián, obdélník = mezikvartilové rozpětí
 (IQR), kde: Q1 = 25. percentil a Q3 = 75. percentil, svislá čára = Q1-1,5*IQR a Q3+1,5*IQR, p-hodnota vypočítána za pomoci
 Wilcoxonova testu.

DISKUSE

Vitamin B12

Navzdory několika publikovaným kazuistikám, kdy VG/VN děti trpěly závažnými projevy deficitu vitamínu B12 (Mariani et al. 2009; Guez et al. 2012; Kiihne et al. 1991), a tomu, že některé další práce popisují významné procento dětí (Kalyan G et al. 2020) nebo dospělých (Selinger et al. 2019; Allès et al. 2017) s deficitem vitamínu B12, jsme v naší studii identifikovali pouze $n = 3$ VG/VN děti splňující kritéria laboratorního deficitu vitamínu B12 a žádné z nich nemělo závažné klinické projevy. Nález připisujeme vysoké prevalenci suplementaci vitamínem B12 ve VG/VN skupině. U velkého počtu VG/VN dětí, které pravidelně užívaly vitamin B12, byla popsána laboratorní hypervitaminóza s neznámým dopadem na jejich zdraví. Tento jev dosud nebyl popsán v žádné studii. Domníváme se, že příčinou může být absence doporučeného postupu pro suplementaci vitamínem B12 u dětí, které dodržují veganskou nebo vegetariánskou stravu, a také nejednotnost názorů mezi odborníky. To může vést k přehnaným obavám z nedostatku a následně k jeho nadměrnému užívání. Na základě našich zkušeností většina rodičů začínala s doplňováním vitamínu B12 samovolně, přičemž dávky stanovovali na základě informací z veřejně dostupných zdrojů například z internetu. Důsledky dlouhodobé hypervitaminózy vitamínu B12 nebyly podrobně zkoumány, protože se neočekávalo, že by existovala populace, která by dlouhodobě užívala takto vysoké dávky. Studie však popisují vyšší riziko rakoviny a vyšší kardiovaskulární riziko u jedinců s laboratorní hypervitaminózou B12. Kauzalita ale nebyla jednoznačně prokázána (Araghi et al. 2019; Fanidi et al. 2019). Jídelníček VG dětí často neobsahoval dostatek mléčných produktů a vajec, jež by postačovaly jako jediný zdroj vitamínu B12. Děti, které neužívaly vitamin B12, měly nižší hladiny kobalaminu a vyšší hladiny homocysteinu, tento nález je v souladu se zahraničním výzkumem (Weder et al. 2022; Alexy et al. 2021; Desmond et al. 2021).

Jód

Nejvyšší nutriční příjem jódu jsme popsali ve skupině VG, nejnižší ve skupině VN. Tento nález je v částečné shodě s jinými publikovanými studiemi (Sobiecki et al. 2016). Výsledky svědčí pro nejnižší koncentrace UIC u VN vs. VG vs. OM dětí a jsou v souladu se studiemi na dospělé populaci (Henjum et al. 2018). Děti, které pravidelně užívaly výživové doplňky s obsahem jódu, dosahovaly lepších hodnot než

ty, které se přidanému jódu vyhýbaly. Vyšší byla prevalence pozitivních titrů AhTGc ve skupině VG/VN, který je v některých studiích diskutován jako možný marker jódového deficitu (Tamang et al. 2019). Diagnostika jódového deficitu je nicméně velmi obtížná. Aby bylo možné vyhodnotit jódový stav konkrétní populace pro epidemiologické účely, doporučuje se vypočítat medián UIC, který by měl překročit hranici 100 µg/l (Eastman a Zimmermann 2018). Tuto hranici překročily všechny tři sledované populační skupiny v naší studii, nicméně u VN se jedná o velmi hraniční nález a je patrný trend – čím restriktivnější dieta, tím nižší medián jodurie. Tento nález spolu s nálezem vyšší prevalence positivity AhTGc a obecně nižším hladinám UIC nasvědčuje pro fakt, že VN populace se nachází v riziku rozvoje jódového deficitu oproti populaci VG a OM.

Bílkoviny

V analýze zabývající se laboratorními parametry vybraných sérových bílkovin nebyly popsány žádné statisticky významné rozdíly mezi VG vs. VN vs. OM dětmi. Tento poznatek je v souladu se zahraniční studií (Desmond et al. 2021). Normální hladiny měřených parametrů by mohly být vysvětleny faktem, že dle nejnovější metaanalýzy (Koller et al. 2023) VN děti mají sice nižší příjem bílkovin než VG a OM děti, ale všechny skupiny dosáhly doporučeného denního příjmu (Larsson a Johansson 2002). Dle teoretických prací lze totiž kombinací různých zdrojů rostlinných bílkovin dosáhnout pestrého a vyváženého složení (Mariotti a Gardner 2019).

Kalcium fosfátový metabolismus včetně vitamínu D

Významný byl pouze rozdíl v hladinách 25OHD, kdy právě OM děti měly výsledky nejméně příznivé oproti dětem VG a VN s nejlepším výsledkem a jsou v souladu s vysokou prevalencí užívání preventivní suplementace vitamínem D u těchto dětí. Zahraniční publikace nepopisují rozdíl v příjmu vitamínu D mezi skupinami, ale příjem vápníku bývá nižší (Koller et al. 2023). Právě nízký příjem vápníku z VN stravy je diskutován jako možná příčina nižší kostní denzity u těchto dětí, která byla popsána v jedné studii s menším vzorkem účastníků (Desmond et al. 2021). V dospělé populaci byla popsána vyšší frekvence zlomenin právě u veganů (Selinger et al. 2023).

Železo

Výsledky nasvědčují, že čím je dieta restriktivnější, tím jsou zásoby železa v organismu dítěte nižší, ale riziko anémie nestoupá, což je v souladu s metaanalýzou (Koller et al. 2023), která vychází z řady zahraničních publikací věnovaných dětské populaci. Poznatky z pediatrického výzkumu jsou v souladu s výzkumem na dospělé populaci (Selinger et al. 2019). Pouze jedna zahraniční studie popisuje vyšší riziko rozvoje anémie u dětí stravujících se veganskou stravou, ale jedná se o studii z Indie a její výsledek tak nelze přímo aplikovat na naši populaci. Zároveň veganské děti přijímají více železa. Tento paradox lze vysvětlit tím, že biologická dostupnost železa z rostlinných zdrojů je výrazně nižší než ze živočišných produktů. Hlavním důvodem je vysoký obsah kyseliny fytové v rostlinných potravinách, která inhibuje vstřebávání železa. Vstřebatelnost však lze zvýšit zvýšenou konzumací vitamínu C (Haider et al. 2018). Suplementace není preventivně doporučována (Lemale et al. 2019) a v naší studii užívalo preventivně preparáty s obsahem železa pouze 7 VN a 11 VG dětí.

Lipidy a kyselina močová

Výsledky analýzy naznačují, že čím je dieta restriktivnější na živočišné složky, tím jsou hladiny cholesterolu, LDL i HDL nižší, což je v souladu se zahraniční publikací např. Alexyho et al. (2021). Parametry lipidogramu patří mezi hlavní ukazatele kardiometabolického zdraví. Metaanalýza zaměřená na dospělé jedince uvádí, že vegani mají nižší desetileté riziko ischemické choroby srdeční a nižší úmrtnost v důsledku kardiovaskulárních příhod (Selinger et al. 2023).

Antropometrie

VN děti byly štíhlejší a více dětí $n = 7$ bylo pod 3. percentilem. Zahraniční studie také popisují, že děti VG/VN jsou menší a štíhlejší (Weder et al. 2019). Některé publikace se také zabývají možným vztahem mezi nedostatkem jódu a malým růstem (Triggiani et al. 2023).

Limitace

Vzorek účastníků byl osloven prostřednictvím sociálních sítí, spolupracujících lékařů a prostřednictvím náborových letáků tzv. „Selection bias“. Dále je možný „Response bias“, protože třídní záznamy jídelníčku byly vyplňovány rodiči bez jakékoliv externí kontroly, dále pak „Observer bias“, kdy u dětí VG/VN jsme mohli mít tendenci důkladněji vyšetřovat než u dětí, u kterých nepředpokládáme případnou

patologii, tedy konvenčně se stravujících. Na druhou stranu výstupy jsou velmi konzistentní s nálezy v zahraničních publikacích jak na dospělé, tak pediatrické populaci, tudíž případný bias nemusel výrazně ovlivnit naše výstupy. Studie je navíc velmi detailní a komplexní, popisuje řadu laboratorních, nutričních, ale i antropometrických parametrů, které zahraniční publikace opomíjejí. Zároveň probíhala na jednom klinickém pracovišti, a to za standardizovaných podmínek. Studie tak pokládá kvalitní základy pro další výzkum.

ZÁVĚR

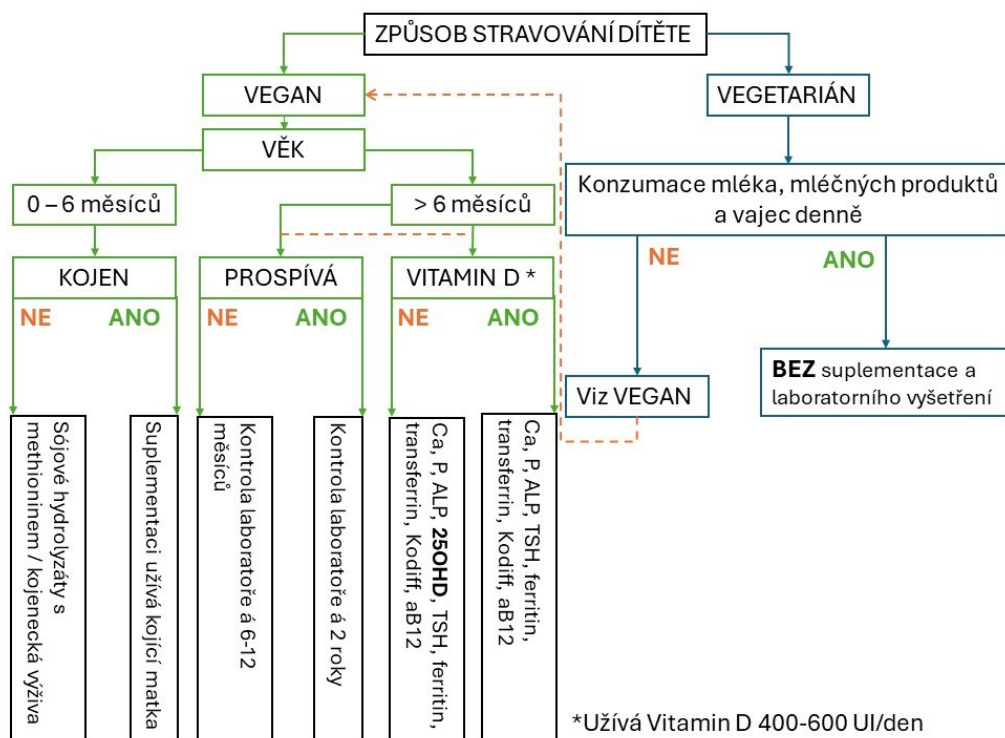
Práce zaměřená na vliv rostlinné stravy na zdraví dětí v České republice odhalila nové rizikové faktory spojené s nedostatkem jódu, a to především u VN dětí. Tyto děti měly nižší hladiny jódu v moči a vyšší prevalenci pozitivních protilátek ve třídě AhTGc. Pravidelná suplementace jódu byla spojena s vyššími hladinami jódu v moči. Dále jsou VG/VN děti teoreticky ve vyšším riziku deficitu kobalaminu, a to v případě, že neužívají jeho suplementaci. Nepozorovali jsme však žádné život ohrožující následky laboratorně zjištěného nedostatku vitamínu B12, jak popisují některé kazuistiky. Na druhou stranu vidíme vysokou prevalenci hypervitaminózy B12 u dětí, které pravidelně vitamin B12 suplementují, a to s neznámým dopadem na zdraví a vývoj dítěte. Dále studie ukázala, že VG/VN děti měly vyšší hladiny vitamínu D než konvenčně se stravující děti, což může být důsledkem vyššího povědomí o nutnosti pravidelné suplementace. S mírou restriktce rostlo i riziko nedostatečných zásob železa a snižovaly se hladiny chol, LDL a HDL. VN děti byly štíhlejší a jejich vyšší počet byl pod 3. percentil pro hmotnost.

Podle výsledků naší práce lze říci, že i přes to, že pestrá a vyvážená rostlinná strava spolu s pravidelnou a dostatečnou suplementací uvedených nutrientů může minimalizovat rizika spojená s vyloučením živočišných složek z jídelníčku, jednoznačně není vhodné doporučovat veganskou stravu pro děti a mládež. A nadále zůstává pravidlem, že racionální pestrá konvenční strava je pro růst a vývoj dítěte nejbezpečnější variantou. Pokud však rodiče trvají na dodržování této restriktivní výživy, je dle našeho názoru nezbytné docházet na pravidelné lékařské kontroly á 1–2 roky a užívat pravidelně suplementaci rizikových nutrientů pod dohledem lékaře, viz obrázek č. 3 a tabulka č. 1. Naše zkušenosti naznačují, že samotný zákaz není účinným preventivním opatřením.

Pro objasnění dlouhodobého vlivu na zdraví a vývoj dětí v České republice, které se stravují vegansky a vegetariánsky, je nutné pokračovat prospektivní kohortovou studií.

Tabulka 1. Doporučení nutné pravidelné suplementace u dětí stravujících se vegansky a vegetariánsky

	Dávka preventivní	Dávka terapeutická *	Produkt/značka
Vitamin B12	50–250 ug/den	250 ug/ den na měsíc	Metabolics®, Marnys®, Veganicity®, Higher Nature®
Vitamin D	400–600 UI/ den	1 000–2 000 UI/den	Vitashine®, Baby-D3®, Viridikid®
DHA/EPA	150 mg EPA a 250 mg DHA		Opti3®, Veganicity®
Jód	1–3 roky 80 µg / den 4–6 let 90 µg / den 7–9 let 120 µg / den 10 + let 150 µg / den		Jodikal ®, Jodid ®



Obrázek 3. Návrh dispenzární péče o děti a dospívající stravující se vegansky a vegetariánsky navíc k běžným preventivním prohlídkám

POUŽITÁ LITERATURA

ALEXY, U., et al. Nutrient intake and status of German children and adolescents consuming vegetarian, vegan or omnivore diets: Results of the VECHI Youth Study. *Nutrients* [online]. 2021, 13(5) [cit. 2021-08-06]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13051707

ALLÈS, B., et al. Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the NutriNet-Santé study. *Nutrients* [online]. 2017, 9(9), 1023 [cit. 2022-01-09]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu9091023

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets [online]. 1. červen 2003. B.m.: Elsevier. ISSN 0002-8223. Dostupné z: doi:10.1053/jada.2003.50142

ARAGHI, S. O., et al. Folic acid and Vitamin B12 supplementation and the risk of cancer: Long-term follow-up of the B Vitamins for the Prevention of Osteoporotic Fractures (B-PROOF) trial. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* [online]. 2019, 28(2), 275–282 [cit. 2021-08-23]. ISSN 1055-9965. Dostupné z: doi:10.1158/1055-9965.EPI-17-1198

CRAIG, W. J. a A. R. MANGELS, 2009. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American Dietetic Association* [online]. 109(7), 1266–1282. ISSN 1878-3570. Dostupné z: doi:10.1016/s0002-8223(21)01979-9

DESMOND, M. A., et al. Growth, body composition, and cardiovascular and nutritional risk of 5- to 10-y-old children consuming vegetarian, vegan, or omnivore diets. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2021 [cit. 2021-03-22]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.1093/ajcn/nqaa445

DESMOND, M. A., J. SOBIECKI, M. FEWTRELL a J. C. K. WELLS, 2018. Plant-based diets for children as a means of improving adult cardiometabolic health. *Nutrition Reviews* [online]. 76(4), 260–273. ISSN 1753-4887. Dostupné z: doi:10.1093/NUTRIT/NUX079

EASTMAN, C. J. a M. B. ZIMMERMANN, 2018. The Iodine Deficiency Disorders. Endotext [online]. [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK285556/>

FANIDI, A., et al. Is high vitamin B12 status a cause of lung cancer? *International Journal of Cancer* [online]. 2019, 145(6), 1499–1503 [cit. 2021-08-23]. ISSN 1097-0215. Dostupné z: doi:10.1002/ijc.32033

GUEZ, S., et al. Severe vitamin B12 deficiency in an exclusively breastfed 5-month-old Italian infant born to a mother receiving multivitamin supplementation during pregnancy. *BMC Pediatrics* [online]. 2012, 12, 1–5. ISSN 1471-2431. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2431-12-85

HAIDER, L. M., et al. The effect of vegetarian diets on iron status in adults: A systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2018, 58(8), 1359–1374 [cit. 2024-02-08]. ISSN 1549-7852. Dostupné z:

doi:10.1080/10408398.2016.1259210

HENJUM, S., et al. Suboptimal iodine status and low iodine knowledge in young Norwegian women. *Nutrients* [online]. 2018, 10(7), 941 [cit. 2022-10-23]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu10070941

HOVINEN, T., et al. Vegan diet in young children remodels metabolism and challenges the statuses of essential nutrients. *EMBO Molecular Medicine* [online]. 2021, 13(2), e13492 [cit. 2021-05-02]. ISSN 1757-4676. Dostupné z: doi:10.15252/emmm.202013492

KALYAN G, B., et al. Compromised Vitamin B12 Status of Indian Infants and Toddlers. *Food and Nutrition Bulletin* [online]. 2020, 41(4), 430–437 [cit. 2022-01-08]. ISSN 1564-8265. Dostupné z: doi:10.1177/0379572120950886

KERSTING, M., et al. Vegetarian Diets in Children?: An Assessment from Pediatrics and Nutrition Science [online]. 1. únor 2018. B.m.: Georg Thieme Verlag. ISSN 1439-4413. Dostupné z: doi:10.1055/s-0043-119864

KIIHNE, T., R. BNBL a R. BAUMGARTNER, 1991. Maternal vegan diet causing a serious infantile neurological disorder due to vitamin B12 deficiency [online]. 1991. ISBN 0340619991000. Dostupné z: doi:10.1016/j.ocl.2013.10.005

KOLLER, A., et al. Health aspects of vegan diets among children and adolescents: a systematic review and meta-analyses [online]. 2023 [cit. 2024-02-07]. ISSN 1549-7852. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2023.2263574

LARSSON, Ch. L., et al. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *IARC scientific publications* [online]. 2011, 76(163), 189–198. ISSN 0300-5038. Dostupné z: doi:10.1093/AJCN/76.1.100

LARSSON, Christel L. a Gunnar K. JOHANSSON, 2002. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2002, 76(1), 100–106. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.1093/AJCN/76.1.100

LEMALE, J., et al. Vegan diet in children and adolescents. Recommendations from the French-speaking Pediatric Hepatology, Gastroenterology and Nutrition Group (GFHGNP). *Archives de Pediatrie* [online]. 2019, 26(7), 442–450. ISSN 1769-664X. Dostupné z: doi:10.1016/j.arcped.2019.09.001

MARIANI, A., et al. Consequences of exclusive breast-feeding in vegan mother newborn - Case report. *Archives de Pediatrie* [online]. 2009, 16(11), 1461–1463. ISSN 0929-693X. Dostupné z: doi:10.1016/j.arcped.2009.07.027

MARIOTTI, F. a Ch. D. GARDNER, 2019. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets—A review [online]. 1. listopad 2019. B.m.: MDPI AG. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11112661

SABATÉ, J. a M. WIEN, 2010. Vegetarian diets and childhood obesity prevention. *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2010, 91(5), 1525–1529. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.3945/ajcn.2010.28701F

SELINGER, E., et al. Vitamin B12 deficiency is prevalent among Czech vegans who

do not use vitamin B12 supplements. *Nutrients* [online]. 2019, 11(12), 1–11 [cit. 2020-02-12]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11123019

SELINGER, E., et al. Evidence of a vegan diet for health benefits and risks—an umbrella review of meta-analyses of observational and clinical studies [online]. 2023. B.m.: Taylor and Francis Ltd. [cit. 2023-01-30]. ISSN 1549-7852. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2022.2075311

ŠIMČIKAS, S., 2018. Is the Percentage of Vegetarians and Vegans in the U.S. Increasing? | Animal Charity Evaluators [online] [cit. 2021-03-26]. Dostupné z: <https://animalcharityevaluators.org/blog/is-the-percentage-of-vegetarians-and-vegans-in-the-u-s-increasing/>

SOBIECKI, J. G., P. N. APPLEBY, K. E. BRADBURY a T. J. KEY, 2016. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutrition Research* [online]. 2016, 36(5), 464–477. ISSN 1879-0739. Dostupné z: doi:10.1016/j.nutres.2015.12.016

TAMANG, B., et al. Association of antithyroglobulin antibody with iodine nutrition and thyroid dysfunction in Nepalese children. *Thyroid Research* [online]. 2019, 12(1) [cit. 2022-11-25]. ISSN 1756-6614. Dostupné z: doi:10.1186/s13044-019-0067-z

TRIGGIANI, V., G. LISCO a J. RIGUTTO-FAREBROTHER, 2023. Optimizing Growth: The Case for Iodine. *Nutrients* [online]. 2023, 15(4), 814 [cit. 2023-05-02]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/NU15040814

WEDER, S., et al. Energy, macronutrient intake, and anthropometrics of vegetarian, vegan, and omnivorous children (1-3 years) in Germany (VeChi diet study). *Nutrients* [online]. 2019, 11(4), 1–18. ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11040832

WEDER, S., et al. Intake of micronutrients and fatty acids of vegetarian, vegan, and omnivorous children (1–3 years) in Germany (VeChi Diet Study). *European Journal of Nutrition* [online]. 2022, 61(3), 1507–1520 [cit. 2022-01-09]. ISSN 1436-6215. Dostupné z: doi:10.1007/s00394-021-02753-3

SEZNAM ZKRATEK

25OHD – 25-hydroxycholecalciferol

aB12 – Holotranskobalamin / aktivní vitamin B12

AhTGc – Anti-tyreoglobulin IgG

Alb – Albumin

ALP – Alkalická fosfatáza

ATPOc – Protilátky proti mikrosomům štítné žlázy

BMI – Body mass index

Ca – Vápník

CB – Celková bílkovina

Fe – Železo

fT3 – Volný trijódtyronin

fT4 – Volný tyroxin

HCT – Hematokrit

hcys – Homocystein

HDL – Vysokodenzitní lipoprotein

Hgb – Hemoglobin

Chol – Cholesterol

IGF-I – Insulin like growth factor 1

LDL – Nízkodenzitní lipoprotein

MCV – Střední objem erytrocytu

Mg – Hořčík

MCH – Střední množství hemoglobinu v erytrocytech

MCHC – Koncentrace hemoglobinu v erytrocytech

OM – Omnivor / konvenčně se stravující

P – Fosfor

PTH – Parathormon

RBC – Celkový počet erytrocytů

RDW – Šíře distribuce erytrocytů

sTfR – Solubilní transferinový receptor v séru

sTRF – Saturace solubilního transferinového receptoru

TAG – Triacylglycerol

TG – Tyreoglobulin

TIBC – Celková vazebná kapacita pro železo

TSH – Tyreoidu stimulující hormon

UIC – Koncentrace jódu v moči

VG – Vegetarián

VN – Vegan

WBC – Celkový počet leukocytů

SEZNAM PUBLIKACÍ

Originální publikace s faktorem impaktu ve vztahu k tématu:

SVĚTNIČKA, M., SIGAL, A., SELINGER, E., HENIKOVÁ, M., EL-LABABIDI, E., a GOJDA, J. Cross-sectional study of the prevalence of cobalamin deficiency and vitamin B12 supplementation habits among vegetarian and vegan children in the Czech Republic. *Nutrients*. 2022, roč. 14, č. 3, [online]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu14030535> [cit. 2022-02-01]. (IF 6,706)

SVĚTNIČKA, M., HENIKOVÁ, M., SELINGER, E., OUŘADOVÁ, A., POTOČKOVÁ, J., KUHN, T., GOJDA, J. a EL-LABABIDI, E. Prevalence of iodine deficiency among vegan compared to vegetarian and omnivore children in the Czech Republic: cross-sectional study. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2023, roč. 77, č. 11, s. 1061–1070. ISSN 1476-5640. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41430-023-01312-9> [cit. 2024-04-20]. (IF 4,882)

KOLLER, A., ROHRMANN, S., WAKOLBINGER, M., GOJDA, J., SELINGER, E., CAHOVA, M., SVĚTNIČKA, M., HAIDER, S., SCHLESINGER, S., KÜHN, T. a KELLER, J. W. Health aspects of vegan diets among children and adolescents: a systematic review and meta-analyses [online]. 2023. ISSN 1549-7852. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.226357> [cit. 2024-02-07]. (IF 11,208)

Přehledové publikace bez faktoru impaktu ve vztahu k tématu:

SVĚTNIČKA, M., SELINGER, E., GOJDA, J. a EL-LABABIDI, E. Zdravotní konsekvence rostlinného stravování u dětí a dospívajících. Health consequences of vegan diet in children and adolescents. *Diabetologie Metabolismus Endokrinologie Výživa* [online]. 2020, roč. 23, č. 4, s. 166–173. ISSN 1212-6853. Dostupné z: http://www.tigis.cz/images/stories/DMEV/2020/DMEV_4_2020/DMEV_mailing_4_2020_svetnicka.pdf [cit. 2021-03-20].

SVĚTNIČKA, M. a EL-LABABIDI, E. Problematika jodového zásobení u dětí na rostlinné stravě. Problematics of iodine saturation among children on the vegan diet. *Časopis lékařů českých*. 2021, roč. 160, č. 6, s. 237–241. ISSN 0008-7335.

SVĚTNIČKA, M., SELINGER, E., GOJDA, J. a EL-LABABIDI, E. Zdravotní konsekvence veganské stravy u dětí a dospívajících [online]. Dostupné z: www.tigis.cz/images/stories/DMEV/2020/DMEV_4_2020/DMEV_mailing_4_2020_svetnicka.pdf [cit. 2021-05-08].

SVĚTNIČKA, M., SELINGER, E., GOJDA, J. a EL-LABABIDI, E. Rostlinné stravování: Od kojení po zavádění příkrmů. Plant based diets: breastfeeding and complementary feeding. *Pediatric pro praxi* [online]. 2020, roč. 21, č. 6, s. 409–413. Dostupné z: https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-202006-0005_rostlinna_strava_kojeni_a_zavadeni_prikrmu.php [cit. 2021-03-20].