



**UNIVERZITA KARLOVA**  
**I. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční terapie

**Barbora Březinová**

Problematika rizikových mikronutrientů, konkrétně vápníku, vitamínu D a zinku, u  
vegansky a vegetariánsky stravujících se dětí

The issue of high-risk micronutrients, specifically calcium, vitamin D, and zinc in children  
on vegan and vegetarian diets

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Marina Heniková

Praha, 2024

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literatury. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 29. 4. 2024.

BARBORA BŘEZINOVÁ

.....

Podpis

### **Identifikační záznam**

BŘEZINOVÁ, Barbora. *Problematika rizikových mikronutrientů, konkrétně vápníku, vitaminu D a zinku, u vegansky a vegetariánsky stravujících se dětí. [The issue of high-risk micronutrients, specifically calcium, vitamin D, and zinc in children on vegan and vegetarian diets]*. Praha, 2024. 74 s. 3 příl. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, 3. interní klinika 1. LF UK a VFN v Praze. Vedoucí práce Mgr. Marina Heniková.

## ABSTRAKT

Veganství a vegetariánství patří mezi stravovací směry se stále se zvyšující popularitou. Jelikož patří mezi diety vyřazující určitou skupinu potravin, je třeba zabývat se rizikem nedostatku určitých nutrientů ve výživě. U dětí mohou být tyto nedostatky o to rizikovější. Tato práce se věnuje vybraným potenciálně rizikovým nutrientům, jejichž hladiny byly zkoumány u dětské populace.

**Cíle:** Cílem této bakalářské práce bylo posoudit, zda existují rozdíly v hladinách zinku, vápníku a vitamínu D v krvi mezi vegetariány, vegany a omnivory. Vedlejším cílem bylo poté také sestavit doporučení pro rodiče ve formě edukačního letáku s informacemi o výživě při vegetariánství a veganství s ohledem na zinek, vápník a vitamin D.

**Metodika:** Data použitá v této práci byla sbírána v rámci první fáze studie KOMPAS. Studie se účastnily celé rodiny stravující se homogenně, a to vegansky, vegetariánsky nebo omnivorně. Pro účely této práce byly použity laboratorní rozborů krve, odevzdané stravovací záznamy, údaje o věku, hmotnosti, výšce a užívané suplementaci. Celkově byly zpracovány údaje 130 dětí ve věku od 6 měsíců do 12 let. Tyto děti byly rozděleny do jednotlivých skupin podle typu diety, pohlaví a věku do 4 věkových kategorií a dále byly posouzeny hladiny daných nutrientů u jednotlivých skupin.

**Výsledky:** Byly nalezeny rozdíly v hladinách zinku a vitamínu D mezi vegany, vegetariány a omnivory. U dětí do 1 roku byly naměřeny normální hodnoty zinku nejčastěji u dětí stravujících se vegansky. V dalších věkových kategoriích od 1 do 12 let již převažovala hladina v normě u vegetariánských dětí, za nimi se nacházely omnivorní děti a nejméně často byla normální hodnota zjištěna u veganských dětí. U vegetariánů byly nejčastěji naměřeny normální hodnoty vitamínu D ve všech věkových kategoriích s výjimkou dětí od 6 do 12 let, kde měli normální hodnoty nejčastěji vegani. U nejmladších dětí sdíleli nejčastější hodnoty v normě vegetariáni a vegani. Hladina v normě byla nejméně často zaznamenána u omnivorních dětí ve všech věkových kategoriích. Ze tří dětí s potenciálním nedostatkem vápníku bylo pouze u jedné veganské dívky zjištěno neprospívání. Nedostatečný příjem vápníku ze stravy a suplementace nebyl potvrzen, z tohoto hlediska je ale třeba další přesnější zkoumání a analýza.

**Závěr a doporučení:** U alternativních diet omezující živočišné výrobky je třeba vždy myslet na rizikové nutrienty, které by mohly v dietě chybět. Je důležité hladiny těchto živin sledovat a chodit na pravidelné prohlídky k praktickému lékaři. Není to ovšem pravidlo pouze u dětí vylučující určitou skupinu potravin. Do deficitu se při špatném složení stravy mohou dostat také omnivorní děti, které ani při neomezování některé skupiny potravin nemusí mít určitých nutrientů (např. konkrétně zinku a vitamínu D) dostatek.

**klíčová slova:** vegetariánství, veganství, zinek, vápník, vitamin D

## ABSTRACT

Veganism and vegetarianism are among the dietary trends with increasing popularity. As one of the diets that excludes a certain food group, the risk of deficiencies of certain nutrients in the diet needs to be addressed. For children, these deficiencies may be even more risky. This thesis focuses on selected potentially risky nutrients whose levels have been investigated in the paediatric population.

**Aims:** The aim of this thesis was to assess whether there are differences in blood levels of zinc, calcium and vitamin D between vegetarians, vegans and omnivores. A secondary aim was then also to compile recommendations for parents in the form of an educational leaflet with information on dietary information for vegetarianism and veganism with regard to zinc, calcium and vitamin D.

**Methodology:** The data used in this thesis were collected as part of the first phase of the KOMPAS study. Whole families eating a homogeneous diet, either vegan, vegetarian or omnivorous participated in the study. For the purpose of this thesis, laboratory blood tests, submitted diets, data on age, weight, height and supplementation used were used. A total of 130 children aged 6 months to 12 years were processed. These children were divided into 4 age groups according to diet type, gender and age, and the levels of the nutrients of interest were assessed for each group.

**Results:** Differences in zinc and vitamin D levels were found between vegans, vegetarians and omnivores. In children under 1 year of age, the best zinc levels were measured in children eating a vegan diet. In the other age categories from 1 to 12 years, suitable levels were already predominant in vegetarian children, followed by omnivorous children, and normal levels were least frequently found in vegan children. In vegetarians, the most appropriate vitamin D levels were measured in all age categories except for children aged 6 to 12 years, where vegans were most likely to have adequate levels. In the youngest children, vegetarians and vegans shared the best results. The least adequate levels were seen in omnivorous children in all age categories. Of the three children with potential calcium deficiency, only one vegan girl was found to have inadequate growth. However, inadequate calcium intake from diet and supplementation was not confirmed.

**Conclusion and recommendations:** It is important to monitor the levels of these nutrients and to attend regular check-ups with a general practitioner. However, this is not just a rule for children excluding a particular food group. Omnivorous children can also fall into deficiency if they are not careful and may not get enough of certain nutrients (e.g. zinc and vitamin D specifically) even if they do not restrict certain food groups.

**keywords:** vegetarianism, veganism, zinc, calcium, vitamin D

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Marině Henikové za všechnen čas, komunikaci, doporučení, odpovědi na mé dotazy a všechny poskytnuté materiály použité v této práci. Velmi si vážím pečlivého přístupu, ochoty a trpělivosti.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mi studium umožnila a zároveň byla mou psychickou oporou. Děkuji svému příteli a všem mým přátelům za všechny rady, pomoc, podporu, a hlavně každodenní radosti, které mi pomáhaly.

# Obsah

Úvod .....	9
<b>TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Vegetariánská a veganská strava.....</b>	<b>10</b>
1.1. Benefity rostlinné stravy .....	12
1.2. Rizika rostlinné stravy.....	13
1.3. Nahrazování živin pocházejících z živočišných zdrojů .....	15
<b>2. Příjem mikronutrientů v dětském věku .....</b>	<b>17</b>
2.1. Zinek .....	17
2.1.1. Význam.....	17
2.1.2. Doporučené množství .....	17
2.1.3. Zdroje .....	18
2.1.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem.....	19
2.1.5. Možnosti suplementace .....	20
2.2. Vápník .....	21
2.2.1. Význam.....	21
2.2.2. Doporučené množství .....	22
2.2.3. Zdroje .....	23
2.2.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem.....	25
2.2.5. Možnosti suplementace .....	25
2.3. Vitamin D.....	26
2.3.1. Význam.....	26
2.3.2. Doporučené množství .....	26
2.3.3. Zdroje .....	27
2.3.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem.....	28
2.3.5. Možnosti suplementace .....	28
<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>30</b>
<b>3. Cíle a metodika výzkumu .....</b>	<b>30</b>
3.1. Cíl výzkumu .....	30
3.2. Popis výzkumného soubor .....	30
3.3. Metodika výzkumu.....	32
<b>4. Výsledky .....</b>	<b>34</b>
4.1. Zinek .....	34
4.2. Vápník .....	37

4.3. Vitamin D.....	42
<b>5. Diskuze .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>50</b>
<b>7. Seznam použité literatury.....</b>	<b>52</b>

Seznam zkratk

Seznam grafů

Seznam tabulek

Seznam obrázků

Seznam příloh



# Úvod

Veganství a vegetariánství patří k alternativním typům stravování, které se v poslední době těší větší a větší oblibě. Často se nejedná pouze o změnu stravování, nýbrž také o celkovou životní filozofii, která odmítá krutost na zvířatech. Toto přesvědčení tedy zasahuje i do dalších okruhů lidského života, a proto může být problematika veganství a vegetariánství složitější.

Tento výživový směr již ovšem nedodržují pouze dospělí či dospívající jedinci, nýbrž i malé děti, které jsou k tomu vedeny svými rodiči. Jelikož se jedná o diety částečně nebo úplně vylučující živočišné potraviny, může při nesprávném pojetí docházet ke vzniku deficitů určitých živin, které jsou obsaženy pouze či převážně v živočišné stravě nebo je jejich biologická dostupnost násobně vyšší v živočišné v porovnání s rostlinnou stravou.

Tato práce je zaměřena na méně často diskutované živiny, které mohou být u vegetariánství či veganství také problematické. Zároveň se tyto živiny pojí mimo jiné se správným růstem a zdravím kostí, a také se správnou funkcí imunitního systému.

Teoretická část práce se zabývá obecným pohledem na veganství a vegetariánství, a to na popis těchto diet a jejich typy, benefity či rizika pojící se s veganským a vegetariánským stravováním, a zároveň na doporučení nahrazování problematických živin rostlinnými zdroji. Rozebrány jsou také konkrétní prvky, které tato práce zkoumá, a to zinek, vápník a vitamin D. U těchto nutrientů je charakterizován jejich význam, doporučené množství příjmu a zároveň potraviny, které obsahují významnější obsah těchto živin a které mohou pomoci dosáhnout adekvátního příjmu. Zároveň jsou popsány také možnosti suplementace, pokud by přirozené zdroje živin potravou nebyly dostatečné, a dále také možné zdravotní následky při sníženém či zvýšeném množství v těle.

Praktická část hodnotí možné deficity zinku, vápníku a vitaminu D u vegansky, vegetariánsky a omnivorně stravujících se dětí. Hodnocení bylo provedeno na základě hladin zinku, parathormonu, ALP, vápníku a vitaminu D v krvi. Prospívání dětí se zjištěným možným nedostatkem vápníku bylo také porovnáno s odevzdanými jídelními záznamy dětí a růst posouzen na základě jejich věku, naměřené hmotnosti a délky.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1. Vegetariánská a veganská strava

Vegetariánství patří mezi nejdůležitější alternativní směry výživy v současné době. Důvody přechodu na vegetariánskou stravu jsou hlavně etické, zdravotní, či environmentální, které v dnešní době převažují. Vyznačuje se omezením konzumace masa, masných výrobků a dalších živočišných potravin. Rozsah omezení záleží na stupni a typu vegetariánství. Jedna z nejrestriktivnějších forem vegetariánství – veganství – je často spjata nejenom s dietními specifiky, nicméně i s celou životní filozofií, která odmítá jakoukoliv krutost na zvířatech. [1–3]

Mezi základní typy vegetariánství patří laktoovovegetariánství, které omezuje pouze konzumaci masa a jatečných produktů, a dále laktovegetariánství, které kromě masa a jatečných produktů vyřazuje také konzumaci vajec. Ovovegetariánství je charakterizováno omezením masa, jatečných produktů, mléka a mléčných výrobků. [2]

Dále se vyskytují také tzv. semivegetariánské způsoby stravování, které povolují parciální konzumaci masa. Mezi ty patří pescetariánství zahrnující konzumaci ryb, pollotariánství zahrnující konzumaci drůbeže a pescopollovegetariánství, které dovoluje konzumaci ryb i drůbeže. Nově se mezi semivegetariánství řadí tzv. flexitariánství, ke kterému patří příležitostná konzumace masa, které pochází z ekologických chovů. [2]

Mezi alternativní směry výživy vyřazující všechny druhy živočišných potravin (maso, ryby, mléko a mléčné výrobky, vejce a med) patří veganství. Přísnější dietu dodržují vitariáni konzumující syrovou rostlinnou stravu, dále také frutariáni, kteří ze své stravy vyřazují vše kromě tepelně neupraveného ovoce, zeleniny, ořechů, semen a jiných plodů. [2]

Tento výživový směr vyžaduje důkladnější znalost zásad výživy a složení stravy, neboť při nedostatečné informovanosti může způsobit zdravotní potíže. Maso a ostatní živočišné produkty je nutno náležitě nahrazovat, aby nedocházelo k nedostatkům různých nutrientů. Na typu potravin, kterými jsou vyřazované potraviny nahrazovány, závisí prospěšnost vegetariánské stravy. [2]

*Tabulka č. 1: Rozdělení povolených a nepovolených potravin u vegetariánských diet*

Typ vegetariánství	Povolené potraviny živočišného původu	Nepovolené potraviny živočišného původu
Laktoovovegetariánství	Mléko a mléčné výrobky, vejce, med	Maso, ryby a mořské plody
Laktovegetariánství	Mléko a mléčné výrobky, med	Vejce, maso, ryby a mořské plody
Ovovegetariánství	Vejce, med	Mléko a mléčné výrobky, maso, ryby a mořské plody

Veganství	-	Mléko a mléčné výrobky, vejce, maso, ryby a mořské plody, med
Vitariánství	- (konzumace pouze syrové stravy)	Mléko a mléčné výrobky, vejce, maso, ryby a mořské plody, med
Frutariánství	- (konzumace pouze syrového ovoce, zeleniny, ořechů, semen a jiných plodů)	Mléko a mléčné výrobky, vejce, maso, ryby a mořské plody, med
<b>Typ semivegetariánství</b>	<b>Povolené potraviny živočišného původu</b>	<b>Nepovolené potraviny živočišného původu</b>
Pescetariánství	Ryby a mořské plody, mléko a mléčné výrobky, vejce, med	Maso
Pollotariánství	Kuřecí maso, mléko a mléčné výrobky, vejce, med	Ostatní druhy masa, ryby a mořské plody
Pescopollovegetariánství	Kuřecí maso, ryby a mořské plody, mléko a mléčné výrobky, vejce, med	Ostatní druhy masa
Flexitariánství	Maso z ekologických chovů (méně často), mléko a mléčné výrobky, vejce, ryby a mořské plody, med	Maso z velkochovů

Dříve bylo vegetariánství spojováno s konzumací méně zpracovaných potravin, uplatňoval se zde tedy význam ekologický, nicméně dnes se s navyšující se poptávkou živočišných alternativ zvyšuje stupeň zpracování potravin, což z ekologického hlediska výhodné není. Tyto potraviny by se daly úrovní zpracování řadit k obvyklým vysoce zpracovaným potravinám, které obsahují velké množství nasycených tuků, jednoduchých cukrů a přídavných látek. Nicméně tyto výrobky bývají často fortifikovány živinami, které lze z běžné vegetariánské stravy získat obtížně. [4]

S přechodem na vegetariánství souvisí také často i úprava životního stylu. Tito lidé se začnou zajímat o složení a jakost potravin, často omezí kouření a konzumaci alkoholu, či navýší svoji pohybovou aktivitu. I s těmito návyky mohou souviset všechny benefity, které se prokázaly u jedinců dodržujících rostlinnou dietu. [2]

S kvalitou vegetariánské stravy se pojí také socioekonomický status. Bylo zjištěno, že lidé s nižším socioekonomickým statusem konzumují méně zdravou rostlinnou stravu, což může přispívat k horšímu zdravotnímu stavu. Výsledky studií mohou být ovlivněny tím, že se jich mohou účastnit lidé s vyšším socioekonomickým statusem, a tedy větším zdravotním povědomím, který má vliv na životní styl. Toto může výsledky zkreslovat, proto je potřeba brát ohled na tento aspekt v dalších studiích. [4, 5]

## 1.1. Benefity rostlinné stravy

Při správně sestavené dietě může mít vegetariánská strava spoustu benefitů, jelikož obsahuje hodně vlákniny, antioxidantů, omega-3 nenasycených kyselin a dalších tělu prospěšných látek. [6]

Ze zdravotního hlediska je na základě četných studií spojováno vegetariánství s nižším indexem tělesné hmotnosti (tedy nižší riziko obezity), s nižšími hladinami cholesterolu, a to celkového i LDL cholesterolu, a glukózy. Dále byl u vegetariánů zjištěn nižší krevní tlak. Všechny tyto faktory souvisí se srdečními onemocněními. U vegetariánů bylo zjištěno nižší riziko ischemické choroby srdeční a úmrtnosti na ni (výrazněji se úmrtnost snižovala u mužů), dále také nižší riziko vzniku nádorových onemocnění, nicméně úmrtnost na toto onemocnění se nelišila. [7, 8]

Vegetariánské stravování je asociováno také s nižší pravděpodobností výskytu ischemické a hemoragické cévní mozkové příhody, zároveň i s nižší úmrtností na tyto onemocnění. Meta-analýza vycházela ze 17 prospektivních longitudinálních kohortových studií. [9]

Bylo zjištěno, že dodržováním různých typů vegetariánské diety se zvyšuje inzulínová citlivost a snižuje se riziko výskytu diabetu mellitu 2. typu, konkrétně se snížení rizika projevilo významněji u mužů. Nejnižší riziko vzniku diabetu mellitu 2. typu bylo u veganů, naopak u pescetariánů nebyla zjištěna nižší pravděpodobnost vzniku diabetu mellitu 2. typu. Tato meta-analýza vycházela z 12 průřezových a 2 kohortových studií. [10]

Rostlinná strava hraje také roli při prevenci nádorů trávicího systému, jako jsou nádory jater, pankreatu, jícnu, žaludku a tlustého střeva, u kterých má protektivní účinek. Tato meta-analýza zahrnovala 18 kohortových studií a 31 studií případů a kontrol. [11]

U dětí byl při dodržování veganské diety zjištěn nižší příjem nasycených mastných kyselin, celkového a LDL cholesterolu, disacharidů a přidaných cukrů, a zároveň vyšší příjem vlákniny (což může vést k nižšímu riziku vzniku diabetu mellitu 2. typu), polynenasycených mastných kyselin, folátu, vitamínu C a E, draslíku, hořčíku i železa. V krvi byly zjištěny vyšší hladiny vitamínu B12 (díky již rozšířenému povědomí o nutnosti suplementace, bez které by byly hladiny tohoto vitamínu nižší, než je doporučeno) v porovnání s omnivorně stravujícími se dětmi. Stejný příjem byl zjištěn například u zinku, selenu (s výjimkou vegansky se stravujících adolescentů, u kterých byly zjištěny nižší hladiny selenu), jódu, vitamínu D, A, B1, B6 a beta-karotenu v porovnání s omnivorně stravujícími se dětmi. [12]

Přestože maso obsahuje významné nutrienty pro naši výživu, které mají i dobrou vstřebatelnost, je jeho konzumace (záleží na druhu a množství) spojována s negativním ovlivněním střevní mikrobioty, kvůli metabolismu živočišných bílkovin, ze kterých poté vznikají sloučeniny poškozující střevní sliznici, a také s vyšším výskytem kolorektálního karcinomu, a to hlavně důsledkem obsahu dusitanových solí v masných výrobcích a dále také rizikovými tepelnými úpravami masa, jako je smažení, grilování či domácí uzení. Tyto úpravy vedou ke vzniku rakovinotvorných látek, které ovlivňují vznik i dalších nádorových a kardiovaskulárních onemocnění. Navíc se v tučných částech masa mohou hromadit kontaminanty nacházející se v životním prostředí, či se v mase množit patogenní organismy. [2]

Na základě 800 epidemiologických studií zkoumajících souvislost konzumace červeného masa, zpracovaného masa a rozvoje rakoviny zařadila Světová zdravotnická organizace (WHO) zpracované maso ke karcinogenům pro lidskou populaci (kvůli prokázané pozitivní asociaci s kolorektálním karcinomem a rakovinou žaludku) a červené maso k pravděpodobným karcinogenům pro lidskou populaci (kvůli pozitivní asociaci s kolorektálním karcinomem, rakovinou pankreatu a prostaty). [13]

## 1.2. Rizika rostlinné stravy

Vegetariánská strava nemusí obsahovat pouze vhodné potraviny. Pokud dieta obsahuje větší množství zpracovaných potravin, mohou se v jídelníčku hromadit jednoduché cukry, sodík, či nasycené mastné kyseliny. [6]

U dětí dodržujících vegetariánskou dietu bývá problémem nižší příjem energie kvůli menšímu obsahu žaludku a nižší energetické denzitě vegetariánské stravy, z toho může plynout pomalejší růst, který se poté vyrovnává po pátém roce věku, kdy klesají energetické nároky dítěte a zároveň se zvětšuje objem žaludku. [14]

Rostlinné zdroje bílkovin neobsahují všechny esenciální aminokyseliny, proto je potřeba rostlinné potraviny (luštěniny, obiloviny) kombinovat, aby byly naplněny doporučené hodnoty. Kromě toho jsou rostlinné bílkoviny hůře stravitelné a vstřebatelné kvůli přítomnosti antinutričních faktorů. Z tohoto důvodu je pro děti těžší získat potřebné množství bílkovin, a hlavně potřebných aminokyselin. [15, 16]

Děti s vegetariánskou a veganskou stravou mohou také čelit nižším příjmům eikosapentaenové a dekosahexaenové kyseliny (EPA a DHA), které patří mezi omega-3 nenasycené mastné kyseliny. Vegetariáni mohou získat malé množství DHA z vajec a dále se také v těle na EPA a DHA přeměňuje kyselina alfa-linolenová získatelná z rostlin. Nicméně stupeň přeměny se u každého jedince liší, není tedy spolehlivě zajištěna dostatečná transformace, a tedy jsou vegetariáni a vegani stále ve velkém riziku nedostatku těchto mastných kyselin, který může způsobit nesprávný vývoj centrální nervové soustavy. Kromě toho byl nižší příjem EPA asociován s vyšším výskytem deprese, tyto látky tedy mají význam týkající se i našeho psychického zdraví. [15, 16]

Deficitem vitamínu D jsou ohroženi jak omnivorně, tak vegetariánsky a veganský stravující se děti, obzvlášť v zimě. U rostlině stravujících se dětí je nicméně riziko nedostatku vyšší, i přes snahy obohacovat tímto vitamínem různé potraviny (rostlinné nápoje, margaríny, cereálie atp.). [1, 16]

Vitamin B12 není možno získat z rostlinných zdrojů. U vegetariánů je také větší riziko deficitu, který zapříčiňuje například únavu, anorexii, zhoršené kognitivní funkce a megaloblastovou anemii, která ale může být zastíněna díky vysokému příjmu kyseliny listové. Nedostatek vitamínu B12 se tedy projevuje hlavně neurologickými symptomy. [1, 16]

Železo je nejlépe vstřebatelné ve své hemové formě nacházející se v živočišných zdrojích, rostlinné zdroje obsahují pouze nehemovou formu, tedy hůře vstřebatelnou, hladiny železa v krvi tak mohou

být nižší i při vyšším příjmu železa ze stravy u vegetariánů a veganů. Vstřebatelnost je také negativně ovlivněná přítomností antinutričních látek, nicméně může být pozitivně ovlivněná vyšším obsahem vitamínu C v rostlinné stravě. Nedostatek železa může vést k anemii, pomalejšímu růstu, horším kognitivním funkcím a činnosti imunitního systému. [16]

Rostlinné zdroje vápníku čelí podobnému problému se vstřebatelností jako železo. Při konzumaci mléka a mléčných výrobků není riziko deficitu a nižší kostní minerální hustoty tak výrazné, nicméně u veganských diet je nebezpečí větší, zejména u dětí, pro které je správnost mineralizace kostí zásadní při vývoji. [16]

U vegetariánů a veganů se doporučuje zvýšit příjem zinku, aby se vyrovnaly ztráty způsobené nižší vstřebatelností z rostlinných zdrojů. [16]

Dalším rizikem veganské diety může být příjem jodu, který získáváme z mléčných výrobků, jodizované soli (její příjem je však u dětí omezován), mořských ryb, vajec či minerálních vod, jako jsou Vincentka a Hanácká. Snížený příjem je spojený se zhoršenou funkcí štítné žlázy, což může negativně ovlivnit fyzický a nervový vývoj dětí. [16, 17]

Vláknina obecně patří k látkám s blahodárným účinkem na trávení, nicméně při vysoké konzumaci, která se může u rostlině stravujících se lidí vyskytnout, může působit negativně, protože snižuje vstřebávání látek, hlavně vápníku a železa. [18]

Dalším rizikovým faktorem může být přítomnost antinutričních látek, které rostliny obsahují kvůli vlastní ochraně. Mohou mít pro tělo i pozitivní význam, nicméně při zvýšené konzumaci rostlinných potravin se můžou výrazněji projevit jejich negativní účinky. Mezi antinutriční látky patří např. kyselina šťavelová (nacházející se např. ve špenátu, červené řepě či pohance), která narušuje metabolismus vápníku, se kterým může tvořit šťavelan vápenatý, ten poté může být součástí ledvinových kamenů. Kyselina fytová v obilovinách, luštěninách a olejninách může nepříznivě interagovat s minerálními látkami a zhoršovat jejich využitelnost. [17, 19]

Luštěniny obsahují tzv. inhibitory proteáz, které snižují účinek trávicích enzymů bílkovin, proto je jejich využitelnost snižena asi o 40 %. Jejich účinky se nicméně snižují tepelnou úpravou či klíčením. [17, 19]

Při zvýšené konzumaci zeleniny (hlavně brukvovité), ořechů, fíků, konopných semen a sóji může dojít také ke zvýšenému obsahu strumigenů ve stravě, které narušují tvorbu hormonů štítné žlázy. Pokud se u daného člověka vyskytuje také mírný nedostatek jódu, může dojít ke vzniku strumy. Jejich obsah v potravinách se také snižuje tepelnou úpravou a dále fermentací. [17, 19]

Vyšší toxické riziko u vegetariánů a veganů představují mykotoxiny, které vznikají při nesprávném skladování např. v ořeších, obilovinách, ovoci či semenech, které se v bezmasém jídelníčku vyskytují častěji. I když jsou legislativně stanoveny limity obsahu mykotoxinů a potraviny jsou sledovány, nesmíme zapomínat také na správné skladování v domácnosti, tedy hlavně ochranu před vlhkem. [2, 19]

Dále se v rostlinné stravě mohou vyskytnout vyšší hladiny kontaminantů ze zemědělské produkce (dusičnany, pesticidy atd.) a zpracovávání (akrylamid, polyaromatické uhlovodíky atd.). [2]

Dospívající mohou při vegetariánské dietě získat zdravé jídelní návyky spojené s dostatečnou konzumací např. ovoce a zeleniny, celozrnných obilovin, omezením jednoduchých cukrů a nasycených tuků v jídelníčku, ale také třeba alkoholu a kouření, nicméně při nevhodném pojetí této stravy se mohou přiklonit k opačným návykům, neboť i do rostlinné stravy mohou patřit vysoce zpracovaná jídla s vysokým obsahem jednoduchých cukrů, soli a tuku, např. balené pečivo, sladkosti, hotová jídla či instantní pokrmy. U dívek se také může dodržování alternativních způsobů výživy přeměnit v poruchy příjmu potravy způsobené omezováním daných potravin. Někdy také naopak dochází k zastírání poruch příjmu potravy za vegetariánství či veganství, proto je vhodné u přechodu na alternativní výživu sledovat, jestli se neobjevují znaky hmotnostního úbytku a strádání, jako třeba zvýšená ztráta vlasů nebo ztráta menstruace, únava atp. [2, 20]

U vegansky stravujících se dětí bylo zjištěno kromě nižšího příjmu energie také nižší příjem bílkovin, vitamínu B2 (kvůli nižšímu příjmu mléka a mléčných produktů), vápníku (což zvyšuje riziko zlomenin kostí v dospělosti), aminokyselin a také eikosapentaenové a dekosahexaenové kyseliny (EPA a DHA). V krvi byla zjištěna nižší hladina ferritinu (kvůli nižší využitelnosti železa z rostlinných zdrojů). Vyšší příjem byl poté u monosacharidů. [12]

### **1.3. Nahrazování živin pocházejících z živočišných zdrojů**

Dostatečné množství celkové energie, které je u rostlinné stravy těžší získat, lze zajistit častějším příjmem potravin s vysokou energetickou denzitou. Mezi tyto potraviny patří rostlinné oleje, ořechy a ořechová másla, semena, avokádo či sušené ovoce. Jelikož vláknina zvyšuje pocit nasycení a v dětském věku její potřeba není příliš vysoká (věk + 5 g/den od 3 let), je vhodné její obsah snižovat např. tepelným zpracováním či loupáním ovoce a zeleniny. [17]

Bílkoviny je možné v dostatečném množství získávat i pouze z rostlinných zdrojů. Mezi ty patří sójové náhražky živočišných produktů, jako jsou tofu a tempeh. Sója se považuje za plnohodnotný zdroj bílkovin obsahující všechny aminokyseliny. Významným zdrojem bílkovin jsou dále luštěniny, obiloviny, pseudoobiloviny a ořechy, které je nutno mezi sebou vzájemně kombinovat, aby bylo dosaženo plného spektra aminokyselin. [17, 21]

V rostlinných zdrojích ovšem bohužel v aktivní formě nenajdeme vitamin B12. Ten je potřeba při dodržování pouze rostlinné stravy suplementovat, u vegetariánů jsou zdrojem vejce, mléko a mléčné výrobky. [14, 17]

Příjem vitamínu D je u veganské populace ještě nižší než u běžné. Kromě slunečního záření se doporučuje konzumace obohacených potravin (např. margaríny, rostlinné nápoje, cereálie) a dále doplňků stravy, které se vyrábí i ve veganských variantách. Vegetariáni mohou vitamin D přijímat i ve vejcích a mléčných výrobcích. [17, 22]

Potřebu vápníku můžeme pokrýt konzumací minerálních vod, mandlí, sušených fíků, brokolice, kapusty, tahini či tofu sráženého vápníkem. [17]

Využitelnost železa, které je ve své nehemové formě hůře vstřebatelné, můžeme podpořit dostatečnou konzumací vitamínu C a redukcí účinku fytátů např. namáčením a klíčením luštěnin a obilovin. Dalšími zdroji je celozrnné pečivo, zelená listová zelenina, ořechy a sušené ovoce či obohacené potraviny. Je doporučeno přijímat více železa, než je doporučené množství. [17, 21]

Ve vegetariánské stravě jsou zdroji jódu také mléko, mléčné výrobky a vejce, nicméně u veganské stravy je hlavním zdrojem jódu pouze jodizovaná sůl, případně minerální vody, např. Vincentka. Pro děti ve věku od 1 do 3 let stačí na pokrytí denní dávky 12 ml Vincentky, od 4 do 6 let 13 ml, děti mezi 7 a 9 lety potřebují 18 ml a děti starší 10 let 22 ml Vincentky. Vegani také využívají mořské řasy. Některé typy mořských řas ovšem mohou obsahovat vysoké dávky jódu, což může vést při pravidelné a dlouhodobé konzumaci i k předávkování a dysfunkci štítné žlázy. Při deficitu jódu se dá tato minerální látka suplementovat v tabletách. [16, 17, 23]

Rostlinnými zdroji zinku jsou luštěniny, obiloviny, ořechy a semena. [16]

Nenasycené mastné kyseliny se v rostlinných zdrojích nacházejí hojně. Pouze u eikosapentaenové (EPA) a dekosahexaenové (DHA) kyseliny může nastat s příjmem problém, jelikož se nacházejí převážně v rybách a mořských plodech. První zásadou je zajistit dostatečný příjem kyseliny alfa-linolenové (ALA), která se na EPA a DHA v těle přeměňuje, z řepkového, sójového a lněného oleje, konopných a chia semínek, případně másel vyráběných z vlašských ořechů. Avšak kvůli rozmanité míře přeměny v populaci se také doporučuje suplementovat olej z mikrořas, který zajistí dostatečný přísun EPA a DHA a mimo jiné také vitamínu D. [17]



## 2. Příjem mikronutrientů v dětském věku

Růst a vývoj dítěte jsou ovlivněny nejenom příjmem makronutrientů, ale i množstvím mikronutrientů, mezi které patří vitaminy a minerální látky. Přestože jejich nedostatek v organismu bývá rozpoznán až po projevení určitých klinických příznaků, problém nastává již předtím a nerozpoznané deficity mohou mít dlouhodobé následky. I malé množství těchto látek výrazně ovlivňuje zdravotní stav, např. zhoršením fyzických i kognitivních funkcí, zpomalením vývoje, zvýšeným rizikem infekcí a zvýšenou celkovou morbiditou a mortalitou. Proto je třeba dbát na příjem i těchto látek. [24, 25]

### 2.1. Zinek

Zinek je esenciální prvek a nepatří k látkám, které je tělo schopno skladovat, proto je nutný jeho pravidelný příjem. Celkově se v těle nachází asi 2 gramy zinku. V dětském věku je tělo na nedostatek zinku více citlivé a na tento mikronutrient jsou zvýšeny nároky. [24, 26, 27]

#### 2.1.1. Význam

Zinek je důležitým kofaktorem mnoha enzymů, stabilizuje strukturu molekul a hraje roli také v metabolismu tuků, sacharidů, bílkovin a nukleových kyselin. Je nutný ke správnému růstu, fungování imunitního systému a pozitivně působí na střevní mikrobiotu a udržování celistvosti trávicího traktu, čímž je imunita podpořena. Bylo zjištěno, že má vliv také na zkrácení délky průměrných onemocnění a působí i jako jejich prevence. [24, 26, 28]

Mluví se také o vlivu zinku na délku a závažnost běžných respiračních onemocnění, jako je rýma. Zinek může pravděpodobně tlumit zánět díky inhibici vazby a množení rhinovirů v nosní sliznici. Výsledky studií nejsou konzistentní, nicméně se ukazuje vliv více na délku než na závažnost této nemoci. K potvrzení a tvorbě doporučení jsou ale nutné další výzkumy. [28]

Meta-analýza vycházející z 16 studií potvrdila pozitivní vliv mírně zvýšeného množství v dietě na prevenci vzniku diabetu mellitu 2. typu. Více se tento vliv projevil ve venkovských oblastech. Na druhou stranu vysoké koncentrace zinku v séru či plazmě se mohou pojit se zvýšeným rizikem diabetu mellitu 2. typu. [29]

Z výzkumů v zemích s nižším příjmem vyplynul také vliv zinku na snížení incidence zápalu plic. [28]

#### 2.1.2. Doporučené množství

U dětí je doporučené množství zinku ve vztahu na kilogram tělesné hmotnosti vyšší než u dospělých kvůli zaznamenaným vyšším ztrátám. Během života doporučené množství zinku na kilogram tělesné hmotnosti klesá. [30]

Doporučené množství zinku pro jednotlivé věkové kategorie u dětí a dospívajících za den popisuje tabulka č. 2.

Tabulka č. 2: Denní doporučená dávka zinku u dětí a dospívajících podle D-A-CH [30]

Věk	mg/den	Věk (roky)	mg/den
4– <12 měsíců	2	10 – < 13 let dívky	7
1– <4 roky	3	13 – < 15 let chlapci	9,5
4– <7 let	5	13 – < 15 let dívky	7
7– <10 let	7	15 – < 19 let chlapci	10
10 – <13 let chlapci	9	15 – < 19 let dívky	7

### 2.1.3. Zdroje

Zinek se lépe vstřebává z živočišných zdrojů (díky obsahu živočišných bílkovin), kterými jsou červené maso, játra či sýry. Tyto potraviny se nicméně v jídelníčku osob dodržující veganskou či vegetariánskou dietu neobjevují, je tedy nutné pokrýt potřebu ze zdrojů rostlinných. Mezi ty patří celozrnné obiloviny, rýže, luštěniny, ořechy a semena, tedy poměrně běžné potraviny rostlinné výživy. [24, 30, 31]

Tabulka č. 3: Veganské a vegetariánské zdroje zinku [32–34]

Potravina	Množství zinku na 100 g [mg]
Čočka	4,82
Fazole bílé	2,9
Cizrna	3
Ovesné vločky	5,36
Ječné kroupy	2,58
Vlašské ořechy	3,36
Kešu ořechy	5,43
Slunečnicová semena	2,22
Dýňová semena, sušená	7,46
Sezamová semena	8,61
Mandle	2,87
Tofu	1,15
Eidam 30 % t.v.s.	3,45
Mozzarella 30 % t.v.s.	4,5

Pro porovnání lze uvést množství potravin rostlinného a živočišného původu potřebné k pokrytí dané denní dávky. Např. u pětiletého dítěte je možno doporučenou denní dávku zinku pokrýt ze 100 gramů hovězí pleci, z 265 gramů loupané rýže nebo ze 149 gramů vlašských ořechů (gramáže jsou uváděny v syrovém stavu). Je nutno ovšem přihlídnout k horší vstřebatelnosti zinku z rostlinných zdrojů. [32, 33]

Absorpce zinku z potravin se pohybuje mezi 5 a 50 % a může být zhoršena přítomností vyššího množství vápníku a fytátů, zpravidla je tedy horší vstřebatelnost u rostlinných potravin. Fytáty jsou souhrnný název pro kyselinu fytovou a její soli. Nachází se v rostlinách, konkrétně v dozrálých semenech, kde slouží jako zásobárny fosforu. Mezi hlavní zdroje patří nezpracované obiloviny, luštěniny a olejnatá semena. Fytáty negativně ovlivňují vstřebávání zinku kvůli svému vlivu na snížení rozpustnosti zinku ve střevě. Při stravě s vyšším obsahem fytátů a také vápníku mohou v gastrointestinálním traktu vznikat nestravitelné sloučeniny. [28, 35–37]

Obsah fytátů v potravinách se dá snížit při extruzi a konzervaci působením vysokých teplot, v domácnosti poté při namáčení, fermentaci a klíčení. Nižším obsahem fytátů se poté zvyšuje vstřebatelnost zinku. Kromě toho může se vstřebatelností pomoci také přidání organických kyselin do fermentovaných pokrmů. [28] [35]

Dalším faktem, který nesvědčí ve prospěch vegetariánů a veganů, je, že i při kombinaci rostlinných a živočišných potravin v jídle je vstřebatelnost stále nižší než při konzumaci pouze živočišných jídel. [28]

#### **2.1.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem**

Nedostatečné hladiny zinku jsou častější v zemích s nízkým a středním příjmem. Nedostatek zinku se pravděpodobně vyskytuje u 17 % světové populace. [28]

Mezi skupiny ohrožené deficitem zinku patří vegetariáni a především vegani, kvůli absenci dobře vstřebatelného zinku z živočišných potravin a také kvůli obsahu fytátů a tedy zhoršené absorpci zinku. Dále také lidé s onemocněním gastrointestinálního traktu (např. Crohnova choroba, ulcerózní kolitida) či po odstranění části trávicího traktu bariatrickou operací, což snižuje příjem živin, vstřebávání živin a zvyšuje vylučování přijaté stravy. Během těhotenství a kojení se nároky na příjem zinku zvyšují, tyto ženy jsou tedy také ohroženy nedostatkem zinku. U dětí může vzniknout riziko při srpkovité anemii (kvůli chelatační terapii) a při delším výlučném kojení. Obsah zinku v mateřském mléce se postupně snižuje, od 7. měsíce je tedy vhodné zařazovat potraviny s obsahem zinku. [28]

Celkově vede nedostatek zinku k větší náchylnosti k infekcím a pomalejšímu hojení ran díky svému vlivu na správnou funkci imunitního systému. Konkrétně vliv na buněčnou imunitu (zajištění rovnováhy mezi typy lymfocytů, které produkují cytokiny zajišťující buněčnou imunitu) může vysvětlit také zvýšenou incidenci průjmů a úmrtnosti na průjmová onemocnění při jeho sníženém příjmu. Průjmy jsou způsobeny působením bakterií a jejich toxinů, které narušují střevní epitel. Ztrátou vrstev buněk ve střevním epitelu může dojít k neregulované ztrátě tekutin a následně průjmu. Zinek může také působit protektivně vůči respiračním onemocněním díky svému vlivu na ochranu a celistvost respiračního epitelu, při nedostatku se tedy tato onemocnění mohou

vyskytnout častěji či déle. Dále vede nedostatek zinku ke zpomalení růstu a dospívání, ztrátě chuti a následnému hubnutí, dermatitidám, ztrátě vlasů a poškozením kognitivních funkcí. [24, 27, 31, 38]

Nadměrné množství zinku může také vést ke snížení funkce imunitního systému a ke zvýšené incidenci zvracení, nevolnosti, křečím, průjmům, bolestem hlavy či ztrátě chuti. Chronicky potom může vést k poruše vstřebávání mědi, železa a hořčíku. K předávkování může vést dlouhodobější užívání více než 50 mg zinku denně. Není to ovšem běžné, ze stravy lze takového množství dosáhnout velmi obtížně, spíše mohou být takto vysoké dávky spojeny s užíváním suplementů nebo s expozicí prachu a vzduchu obsahující zinek při výrobě, což se u dětí neděje. [27, 28, 39]

### **2.1.5. Možnosti suplementace**

Při vynechání živočišných potravin z jídelníčku u veganů a vegetariánů je třeba velmi dbát na potraviny zinek obsahující, jak přirozeně, tak obohaceně. Při klinickém nedostatku je třeba zařadit také suplementaci zinkem, doporučuje se 5 mg zinku na den pro děti od 6 měsíců do 3 let a 10 mg pro děti starší 3 let. [40]

Vzhledem k pozitivnímu vlivu na imunitní systém snižujícím citlivost k virovým infekcím může suplementace v podzimních a zimních měsících působit preventivně proti těmto onemocněním. [26]

Metaanalýza, která vycházela ze 78 studií, zjistila pozitivní vliv na výšku i hmotnost dětí při suplementaci zinkem. [41]

WHO vydalo v roce 2004 doporučení, které při průjmech radí užívání 10 mg zinku po dobu 10 až 14 dní u dětí mladších šesti let a 20 mg zinku po stejnou dobu u dětí starších šesti let. Může se tak snížit i množství úmrtí na průjmová onemocnění. [24]

Zinek může být suplementován ve formě doplňků stravy nebo potravinami, které jsou o zinek obohacené. Mezi sloučeniny, které k tomuto účelu slouží, patří např. chlorid zinečnatý, octan zinečnatý, síran zinečnatý, citrát zinečnatý, mléčnan zinečnatý či glukonát zinečnatý. O nejlepší formě s nejlepší vstřebatelností jsou na základě různých výsledků studií rozpory, nicméně za lépe absorbovatelné jsou považovány sloučeniny rozpustné ve vodě (octan, síran a glukonát zinečnatý). Absorpce zinku ze suplementů obsahující citrát a glukonát zinečnatý se pohybuje kolem 61 %, u oxidu zinečnatého je to o něco méně – asi 50 %. Doporučována je suplementace mezi jídly díky lepší vstřebatelnosti ve formě, která bývá pro děti nejlépe přijatelná, tedy často ochucených sirupů. V doplňcích stravy může být zinek obsažen samostatně, v kombinaci s jinými látkami (např. vápník, hořčík) či jako součást multivitaminových nebo minerálních výrobků. [27, 28]

U suplementů, které obsahují kromě zinku také více než 25 mg železa, může být vstřebatelnost zinku snížena. Nicméně u potravin, které jsou obohaceny jak zinkem, tak železem, se tento problém nevyskytuje. [28]

Kromě suplementů užívaných vnitřně existují také nosní spreje či krémy zinek obsahující. Při běžném užívání nejsou významným zdrojem zinku, nicméně při dlouhodobém nadměrném užívání

může vyústit k předávkování zinkem. Tato skutečnost byla zaznamenána u jedinců užívajících jedno balení krému obsahující 2,4 gramy zinku týdně po dobu několika let. [28]

Suplementy mohou mít ovšem také nežádoucí účinky, mezi které patří např. zvracení, kvůli dráždivému účinku zinku na žaludek. Tento efekt byl zjištěn při suplementaci glukonátu zinečnatého ve formě sirupu. [38]

## **2.2. Vápník**

Vápník je mikronutrient obzvláště důležitý pro růst dítěte díky svému vlivu na tvorbu kostní hmoty. 99 % vápníku se nachází v kostech a zbylé 1 % v krvi, kde ovlivňuje důležité životní funkce. Vápník přijímaný běžnou stravou se vstřebává v tenkém střevě a nadbytečný je vylučován močí a stolicí. V těle je hladina vápníku udržována dvěma hormony – parathormonem (PTH) a kalcitoninem. Parathormon množství vápníku v krvi zvyšuje, kalcitonin snižuje. [31, 42]

### **2.2.1. Význam**

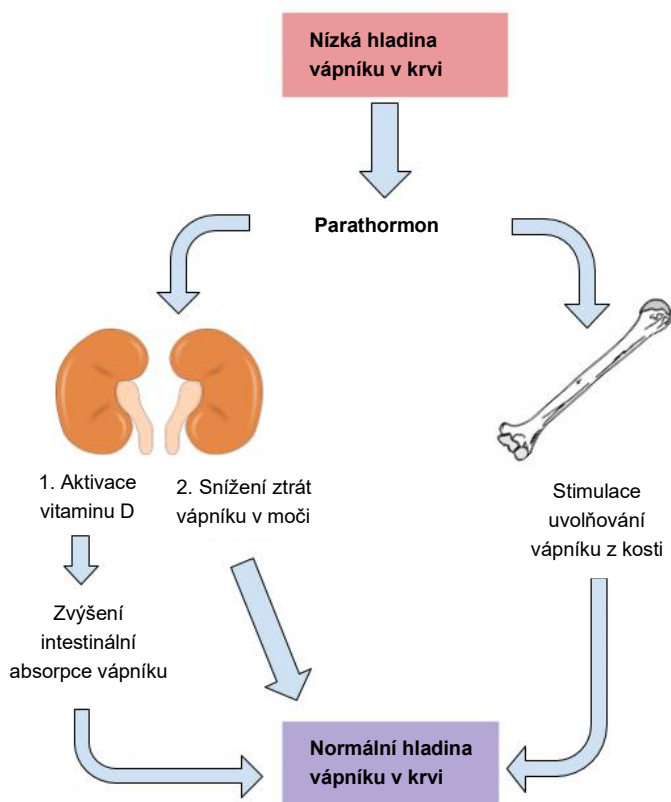
Vápník tvoří velkou část kostí i zubů, je tedy nezbytný pro jejich správný růst a zdraví. Kromě toho má vápník význam i při srážení krve, při přenosu akčního potenciálu, signalizaci uvnitř buněk a ke správné funkci kardiovaskulárního systému. Při nižším příjmu vápníku a snížením jeho hladiny v krvi, uvolňují kosti vápník zpět do krve, fungují tedy také jako zásobárna. Adekvátní příjem vápníku může podpořit také snížení krevního tlaku a LDL cholesterolu. [31, 43, 44]

Dostatečný příjem vápníku vylepšuje vrcholovou kostní hmotu, což může působit jako prevence osteoporózy v pozdějším věku. Budování této vrcholové kostní hmoty probíhá zhruba prvních 20 let života, v tomto období je tedy dostatečný příjem vápníku nejdůležitější jako prevence řídnutí kostí ve zbytku života. [31, 45]

Dle studií má adekvátní příjem vápníku také protektivní vliv proti kardiovaskulárním onemocněním, kolorektálnímu karcinomu, rakovině tlustého střeva a ledvinovým kamenům. [42]

Důležitý vliv na hospodaření s vápníkem má parathormon (PTH) a vitamin D. Při hypokalcemii dochází k vyššímu vyplavení PTH, který zajistí zvýšení vápníku v séru na normální hladinu díky vlivu na vyplavování vápníku z kostí (což je nejrychlejší a nejefektivnější), ale také na zpětnou absorpci vápníku v ledvinách a vyplavení kalcitriolu (aktivní forma vitaminu D), jehož funkcí je zvýšení absorpce vápníku ve střevech. Při nedostatku vitaminu D dochází k nižšímu vstřebávání vápníku, zvyšuje se tedy sekrece PTH. Ten poté zvyšuje konverzi vitaminu D na kalcitriol v ledvinách, aby mohlo dojít ke zmiňovanému zvýšení vstřebávání vápníku ze střev. Tento provázaný systém mezi vápníkem a vitaminem D mohou ztěžovat interpretaci stavu vápníku v těle. [46, 47]

Obrázek č. 1: Systém udržování hladiny vápníku v krvi (přeloženo) [48]



Nedostatečné množství vápníku v krvi lze odvodit z laboratorních hodnot. Pokud je v laboratorních hodnotách nalezena kromě nižší hladiny vápníku také vyšší hladina PTH, ALP a zároveň je v normě hladina hořčíku a vitaminu D, může to znamenat celkový nedostatek vápníku. [17]

### 2.2.2. Doporučené množství

Doporučené množství přijatého vápníku pro jednotlivé věkové kategorie u dětí za den ukazuje tabulka č. 4.

Tabulka č. 4: Denní doporučená dávka vápníku u dětí a dospívajících podle D-A-CH [49]

Věk	mg/den
4– <12 měsíců	330
1– <4 roky	600
4– <7 let	750
7– <10 let	900
10– <13 let	1100
13– <19 let	1200

### 2.2.3. Zdroje

Nejlépe je vápník vstřebatelný z živočišných potravin. Mezi ty patří hlavně mléko a mléčné výrobky a sardinky s kostmi, tyto zdroje ale opět nenajdeme u veganů, u vegetariánů pouze částečně (při neomezené konzumaci mléka a mléčných výrobků). Z rostlinných zdrojů, které jsou pro vegany a vegetariány důležité, lze uvést mák, mandle, tahini, sušené fíky, brokolici, kapustu, zelí, kedlubny, ředkvičky, květák a tofu srážené vápníkem. V neposlední řadě může být vápník obsažen také v minerální a kohoutkové vodě. [31, 43]

Tabulka č. 5: Veganské a vegetariánské zdroje vápníku [32–34]

Potravina (v syrovém stavu)	Množství vápníku na 100 g [mg]
Mandle	252
Mák	1357
Chia semena	545
Tahini (sezamová pasta)	426
Tofu	128
Brokolice	105
Fíky sušené	162
Špenát	100
Fazole bílé	165
Cizrna	110
Kapusta hlávková	152
Mléko polotučné	124
Jogurt bílý 3,5 % tuku	178
Eidam 30 % t.v.s.	952

U rostlinných a živočišných zdrojů se nicméně výrazně liší vstřebatelnost. V rostlinných zdrojích jsou často přítomny také oxaláty (např. v rebarboře, špenátu, angreštu či rybízu), fytáty (např.

v cereáliích a ořechách) a vláknina, které absorpci ovlivňují negativně. Přestože mohou být tedy rostlinné zdroje zdánlivě bohatším zdrojem, je potřeba přihlížet i k těmto okolnostem. Rostlinná strava však může přinést jiné benefity. Díky omezené konzumaci živočišných výrobků, nižšímu příjmu soli a vyššímu příjmu zásaditých solí dochází naopak k nižšímu vylučování vápníku ledvinami než při omnivorní stravě. [31, 43]

Další faktor, který může ovlivnit hladiny vápníku, je příjem fosforu. K nadměrnému příjmu fosforu může dojít při dlouhodobější pravidelné konzumaci tavených sýrů, kolových nápojů či různých přídatných látek obsahujících fosfor (stabilizátory, emulgátory, kypřící látky, tavící soli apod.). Při vyšší hladině fosforu v krvi dochází k uvolňování vápníku z kostí, což může vést k osteoporóze, u dětí rachitidě neboli křivici. [31, 43]

*Obrázek č. 2: Rachitida, stadia vývoje u dětí [50]*



Mezi další faktory, které ovlivňují vstřebávání vápníku patří také věk, zdravotní stav, těhotenství či obsah vitamínu D v těle. Důležité je taky pH ve střevě, kde dochází ke vstřebávání vápníku. Ten negativně reaguje na vyšší pH, nejvyšší vstřebatelnost je tedy v duodenu, kde je pH 6. V porovnání s ostatními částmi tenkého a tlustého střeva je toto pH nejnižší. [51, 52]



#### **2.2.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem**

Nedostatek vápníku může vzejít z mnoha příčin. Patří k nim extrémně neadekvátní příjem vápníku ve stravě a disharmonie v látkách, které ovlivňují jeho hladinu v těle, tedy nedostatečná aktivita parathormonu a hypovitaminóza vitamínu D. Méně časté jsou hypokalcemie plynoucí z chronického selhávání ledvin, nadměrné ukládání vápníku v kostech a chelatační terapie využívaná při intoxikaci těžkými kovy, kdy chelatační činidlo naváže ionty a vyloučí je z těla ven. [53, 54]

Nižší množství vápníku v krvi se může projevit křečemi, brněním končetin, letargií, sníženou chutí k jídlu a nepravidelným srdečním rytmem. Chronický nedostatek vápníku doprovází nižší nervosvalová dráždivost, ale může být také bezpříznaková. Nedostatek se manifestuje také sníženou kvalitou zubní skloviny a může vyústit až v úbytek kostní hmoty a křivici. [6, 31, 53]

Nadbytek vápníku se při konzumaci běžné stravy obvykle neobjevuje, spíše je spojen s nadměrným užíváním doplňků stravy, jak s obsahem vápníku, tak vitamínu D, který zvyšuje vstřebávání této minerální látky. Dále také s výskytem maligních nádorů či při hyperparatyreózy. [49]

Při nadměrném užívání vápníku se mohou vyskytnout různé gastrointestinální obtíže, jako je zácpa, nadýmání, flatulence, bolesti břicha či průjemy. Dále také únava, svalová slabost, tachykardie a ztráta hmotnosti. Vyšší hladina vápníku v krvi je spojená také s hyperkalciurií, což vede také k nadměrnému močení (díky aktivaci renálního receptoru citlivého na vápník) a vzniku ledvinných kamenů. Přestože existují výzkumy potvrzující protektivní účinky na srdečně-cévní onemocnění a ledvinové kameny, některé studie hovoří také o zvýšení rizika kardiovaskulárních příhod. [42, 49]

#### **2.2.5. Možnosti suplementace**

U dětí s nižším příjmem vápníku ze stravy (např. při veganské stravě a určitých typech vegetariánských diet) nebo s rizikem osteoporózy (např. pacienti s celiakií, idiopatickými střevními záněty či vrozenými kostními poruchami) jsou při suplementaci viditelné benefity. Obvykle se doporučuje suplementace vápníku společně s vitamínem D, kvůli pozitivnímu vlivu vitamínu D na absorpci vápníku ve střevě, vylučování vápníku ledvinami a transportu vápníku mezi krevním řečištěm a kostní tkání. Díky tomu se často hodnotí vliv suplementace obou těchto mikronutrientů. Kromě kombinace s vitamínem D se doporučuje také spojení s vitamínem K, který taktéž přispívá ke zdraví kostí díky vlivu na regulaci funkce osteokalcinu, což je důležitá bílkovina tvořící kosti. Je prokázáno, že suplementace snižuje riziko zlomenin. [42, 44, 55, 56]

Preventivně je možno začlenit do stravy potraviny o vápník obohacené (fortifikované), což mohou být např. ovocné šťávy, obiloviny, rostlinné nápoje či rostlinné „jogurty“. Fortifikace běžných potravin je navíc jednodušší, efektivnější a méně finančně náročná než přijímání suplementů. Bylo zjištěno, že konzumace obohacených potravin má pozitivní vliv na tělesnou výšku. Pokud konzumace přirozených zdrojů vápníku a obohacených zdrojů nestačí k pokrytí potřeb, je nutné zařadit suplementaci vápníkem. [31, 44, 57]

Vápník přijímaný z potravin, kde se vyskytuje přirozeně, má příznivější účinky a lepší vstřebatelnost než suplementovaný. Nicméně při veganské dietě u dětí je suplementace vápníkem velmi doporučena a potřebná k dosažení adekvátního denního příjmu. [16, 42]

## **2.3. Vitamin D**

Vitamin D patří mezi vitaminy rozpustné v tucích. Existují dvě hlavní formy vitaminu D – ergokalciferol (vitamin D2) a cholekalciferol (vitamin D3). Ergokalciferol pochází z rostlinných zdrojů, naproti tomu cholekalciferol ze zdrojů živočišných, kromě toho je také důležitá jeho syntéza v kůži působením UV-B záření při expozici slunečnímu záření. Pro správnou funkci vitaminu D je potřeba jeho konverze v játrech a následně v ledvinách, kde se přeměňuje na aktivní formu. Vitamin D3 je nicméně pro tělo významnější, a to pravděpodobně kvůli odlišnému metabolismu a lepší afinitě aktivní formy k receptorům pro vitamin D. [22, 26, 55, 58]

### **2.3.1. Význam**

Mezi hlavní funkce vitaminu D patří ovlivnění hospodaření s vápníkem, fosforem a hořčíkem (hlavně jejich vstřebávání ze střeva, zpětné vstřebávání vápníku z ledvin a jeho ukládání nebo naopak uvolnění z kostí). Má tedy velký vliv na denzitu kostní hmoty. Vitamin D příznivě ovlivňuje střevní mikrobiotu a podporuje slizniční a celkovou imunitu. S tím souvisí také význam při řízení obranné zánětlivé reakce proti nitrobuněčným parazitům. [22, 26]

Vitamin D působí při správné funkci svalů, proto je jeho potřeba u sportovců a při časté fyzické námaze vyšší. Vzhledem k přítomnosti receptoru pro vitamin D v mnoha tkáních se poukazuje na jeho vliv také v mozku, tukové tkáni, endokrinní části pankreatu, cévách, placentě či v nádorových buňkách. Z toho plyne snížení rizika hypertenze, kardiovaskulárních příhod, diabetu mellitu 2. typu a jeho komplikací, jako je nefropatie a retinopatie, při adekvátním příjmu. Zjišťuje se rovněž možnost urychlení léčby idiopatických střevních zánětů při aplikaci vitaminu D do postiženého střeva. Spekuluje se i o protektivním vlivu na léčbu tuberkulózy a na ledvinná a oční onemocnění, nicméně pro toto tvrzení jsou nutné ještě další studie. [59, 60]

Metaanalýza z roku 2021, která zahrnovala 46 studií, zjistila protektivní vliv při dlouhodobějších vyšších dávkách vitaminu D na respirační onemocnění v porovnání s nižšími dávkami a placebem. V nedávné době byla také zjištěna spojitost mezi nedostatkem vitaminu D v těle a vyšší úmrtností a delší a častější hospitalizací na jednotce intenzivní péče při onemocnění covid-19. [22, 61]

### **2.3.2. Doporučené množství**

Doporučené množství přijatého vitaminu D u dětí a dospívajících za den ukazuje tabulka č. 3.

Tabulka č. 6: Denní doporučené množství vitamínu D u dětí a dospívajících podle D-A-CH [62]

Věk	µg/den	IU/den
0– <12 měsíců	10	400
1–18 let	20	800

1 µg = 40 IU; IU International Unit, Mezinárodní jednotka

### 2.3.3. Zdroje

Základním zdrojem vitamínu D3 (cholecalciferolu) je UV složka slunečního záření. Čtvrtina minimální erytémové dávky (neboli nejmenší potřebné množství záření k vyvolání erytému) působící na čtvrtinu povrchu lidského těla (tedy např. obličej, paže a ruce) stačí k vytvoření 1000 IU vitamínu D. Na vznik vitamínu v kůži má nicméně vliv mnoho faktorů, např. obsah melaninu v kůži, věk, denní doba, roční období, použití opalovacího krému, typ kůže či oblečení. Nicméně i malá expozice UV záření dokáže zvýšit množství vitamínu D, časté a intenzivní vystavování slunci však zvyšuje riziko rakoviny kůže. [59, 63]

Hlavními a nejlépe využitelnými zdroji vitamínu D3 z potravy jsou živočišné potraviny. Patří mezi ně tučné ryby (losos, pstruh), vejce, mléko a mléčné výrobky, játra a další vnitřnosti. Konzumace ryb však není v České republice příliš oblíbená, a to z velké části nižší dostupností a vyšší cenou. Svědčí o tom data spotřeby potravin. Za rok 2022 připadlo na jednoho obyvatele České republiky 5,9 kg ryb, přitom na základě EFSA doporučení o konzumaci minimálně dvou porcí ryb týdně o hmotnosti jedné porce 150 gramů by měl jeden člověk spotřebovat až 15,6 kg ročně. Ostatní živočišné potraviny také nejsou konzumovány až tak často i kvůli označení vysoké konzumace živočišných potravin za rizikové vzhledem k srdečně-cévním onemocněním. proto se využívá také fortifikace potravin, např. u mléka, másla, margarínů či snídanových cereálií. [26, 59, 64, 65]

Rostlinné zdroje obsahující vitamin D2 (ergocalciferol) obsahují také fytáty, které jeho využitelnost snižují. Tato forma je za působení slunečního svitu vytvářena převážně houbami (mikro i makroskopickými) či řasami. Většina vitamínu D v houbách zůstává i po usušení až po dobu 18 měsíců. [26, 58]

Tabulka č. 7: Veganské a vegetariánské zdroje vitamínu D [33, 34]

Potravina (v syrovém stavu)	Množství vitamínu D na 100 g [µg]
Žampion polní	4
Hřib smrkový	7,5
Vejce	4
Mléko	0,1
Smetana 18 % tuku	0,21

Výhodou vitamínu D je, že v potravinách setrvává velké množství i po různých tepelných úpravách. [58]

Vzhledem k hlavním zdrojům vitamínu D, které jsou živočišného původu, dochází u veganů a vegetariánů k nižšímu příjmu tohoto mikronutrientu, a tedy i nižším hladinám vitamínu D v séru, pokud není zařazena suplementace. Se suplementací je možno jednodušeji dosáhnout vhodné hladiny vitamínu D v krvi. Vitamin D2, který je rostlinného původu, může být alternativou pro vegany, nicméně je méně biologicky využitelný, a tedy je jeho potřeba zvýšená asi 1,7krát. Využít se dá nicméně i veganská forma vitamínu D3. Vitaminem D bývají také fortifikovány různé potraviny a nápoje, které je vhodné zařazovat jak u veganských, tak omnivorních dětí v rámci prevence. Zatím není jasné, zda je vhodnější zařazovat vitamin D u dětí ve formě fortifikovaných potravin či ve formě suplementace. [66, 67]

#### **2.3.4. Rizika spojená s nedostatkem a nadbytkem**

Nedostatek vitamínu D je v populaci velmi častým problémem. Vzhledem k jeho širokému poli působení, je jeho nedostatek spojován také s širokou škálou zdravotních komplikací. Patří mezi ně poruchy správného vývoje kostí a úbytek kostní hmoty. [22]

Mezi projevy křivice u dětí patří nižší vzrůst, deformace kloubů a dlouhých kostí (viz obrázek č. 2), skolióza

a opožděné uzavírání fontanel. Další symptomy mohou být svalová slabost, vyšší citlivost k infekcím, pomalejší hojení ran, lokální ztráta vlasů či dokonce různá neurologická onemocnění. [58]

Nejčastěji je nedostatek spojený se sníženou expozicí slunečnímu záření. Často se tak stává v zimním období a ve vyšších zeměpisných šířkách, u osob s vyšším obsahem melaninu v kůži, příliš zahalujícím oděvem (často z náboženských důvodů), při nadměrném používání opalovacího krému nebo snížené mobilitě. Mezi ohrožené skupiny patří těhotné a kojící ženy, starší lidé kvůli nižší koncentraci prekursoru vitamínu D v kůži, osoby omezující živočišné potraviny, tedy vegetariáni a vegani, a lidé s onemocněními, které narušují správné trávení a absorpci, tedy s Crohnovou chorobou, potravinovými alergiemi, cystickou fibrózou, cholestázou a s resekcemi střeva. Dále také osoby s renálními poruchami, neboť ledviny jsou důležitým orgánem k aktivaci vitamínu D v těle. Stejně pravidlo platí taktéž pro jaterní onemocnění. [58]

Naopak hypervitaminóza může být způsobena nadměrnou expozicí slunečnímu záření. Jde o výjimečný stav a může se tak stát po vystavení extrémně vysokým dávkám při samoléčbě, nesprávně nastavenému množství při suplementaci či při užívání nelicencovaných výrobků. Nejsou však zatím známy přesné hodnoty, které by intoxikaci způsobovaly. Společně s vitamínem D se zvýší v krvi také hladina kalcia a může dojít k hyperkalcemii. Akutní hypervitaminóza se může projevit nechutenstvím, zvracením, zácpou, slabostí svalů a bolestí kloubů, zmatením, nadměrnou žízní, polyurií, hypertenzí a srdeční arytmií. Dlouhodobě se vysoké hladiny vitamínu D mohou projevit demineralizací kostí či ukládáním vápníku v ledvinách. [58, 68]

#### **2.3.5. Možnosti suplementace**

Bohužel neexistují jednotné ustanovení týkající se správné terapie nedostatku vitamínu D, přestože je znám jeho význam. Léčba vychází z klinické praxe a dostupnosti přípravků. Zvýšené dávky jsou

vhodné u osob v riziku, které byly zmíněny výše. Při nedostatečném příjmu vitamínu D matky během kojení je nutná suplementace také u kojenců. [59]

Při nedostatku vitamínu D v krvi se nejdříve doplňují zásoby vysokými dávkami a poté se pokračuje v udržovacích dávkách. Zdroje vitamínu D z běžné stravy často nemusí být dostačující k naplnění vhodných dávek, je tedy nezbytné využít suplementů k jejich dosažení. Ukazuje se, že nejúčinnější formou k suplementaci je cholekalciferol v porovnání s ergokalciferolem. Dávkování suplementů je variabilní a závisí na mnoha faktorech. [59]

Bylo prokázáno, že při užívání vitamínu D zároveň s jídlem obsahující běžné množství tuku docházelo k výraznějšímu navýšení vitamínu D v séru v porovnání s užíváním s netučným jídlem nebo během hladovění. Absorpce při užívání vitamínu D zároveň s tukem byla o 32 % vyšší. Zároveň bylo zjištěno, že užívání ve formě kapek je účinnější než ve formě žvýkacích tablet. [69]

Vitamin D k suplementaci často pochází z živočišných zdrojů, nicméně pro veganskou i vegetariánskou dietu lze využít alternativu – vitamin D získávaný z řas a lišejníků či pekařského droždí vystaveného UV-B záření. [58]

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 3. Cíle a metodika výzkumu

### 3.1. Cíl výzkumu

Cílem práce bylo posoudit deficity vybraných rizikových nutrientů – konkrétně vápníku, vitamínu D a zinku – u vegetariánsky a vegansky stravujících se dětí v porovnání s omnivorně se stravujícími dětmi na základě jejich naměřených laboratorních hodnot. Často se práce zaměřené na veganství a vegetariánství specializují na jiné rizikové živiny, nicméně je důležité nezapomínat ani na tyto, které jsou neméně podstatné. Správná kombinace vitamínu D a vápníku je významná pro kostní zdraví a vitamin D se zinkem jsou zároveň velmi důležité nutrienty pro správnou funkci imunitního systému. Proto je tato práce věnovaná právě těmto třem živinám.

Zároveň je také cílem sestavit doporučení pro prevenci deficitů těchto látek ve formě edukačního materiálu pro rodiče, kteří se rozhodnou pro vegetariánskou či veganskou stravu. Obsahem materiálu by měly být rady, jak předcházet deficitům vápníku, vitamínu D a zinku u jejich dětí a zajistit tak vhodnou a vyváženou stravu s dostatkem daných živin.

Výzkumné cíle této práce byly stanoveny následovně:

- zjistit, zda existuje rozdíl mezi hladinou zinku u veganských, vegetariánských a omnivorních dětí
- zjistit, zda existuje rozdíl mezi hladinou vápníku u veganských, vegetariánských a omnivorních dětí
- zjistit, zda existuje rozdíl mezi hladinou vitamínu D u veganských, vegetariánských a omnivorních dětí

### 3.2. Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořily děti účastníci se první části prospektivní kohortové studie KOMPAS. Jednalo se o děti z rodin, kde se všichni členové stravují homogenně (neboli všichni stejně) vegetariánsky, vegansky nebo omnivorně. Bylo podmínkou, aby v každé rodině bylo alespoň jedno dítě mladší 7 let. Výzkumný soubor byl tvořen 130 dětmi ve věku od 6 měsíců do 12 let. [70]

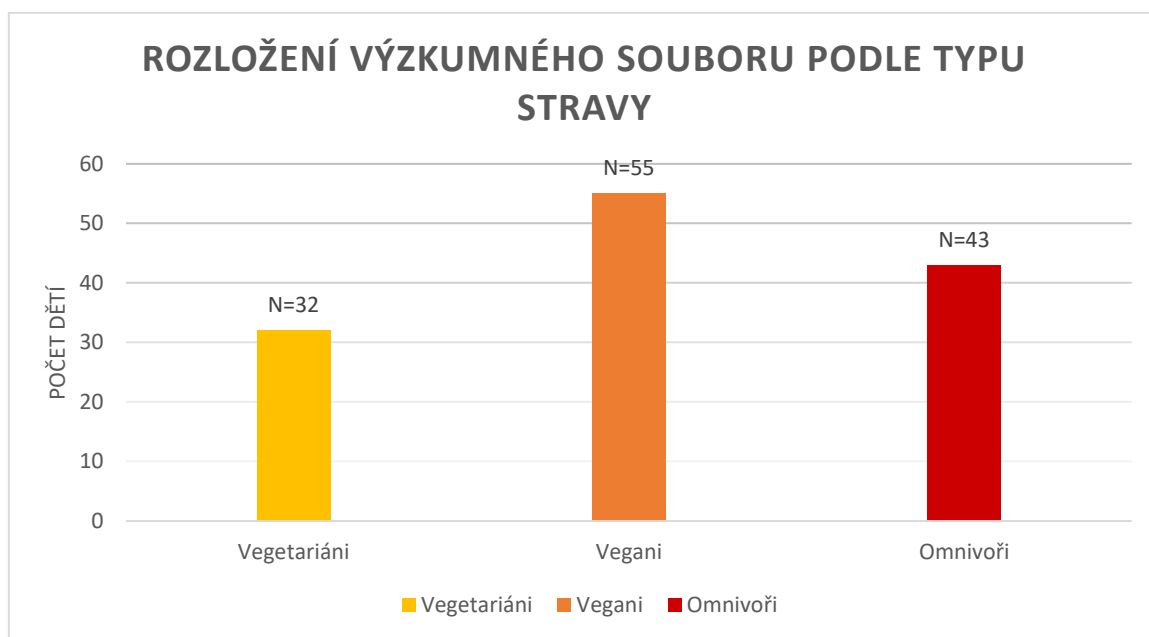
Mezi kritéria pro zařazení (inclusion kritéria) tedy patřilo homogenní stravování celé rodiny, dále veganská, vegetariánská nebo omnivorní strava a také alespoň jedno dítě v rodině, které bylo mladší 7 let. Účastníci studie museli být ochotní podstoupit všechna vyšetření a účastnit se sběru biologických vzorků. [70]

Kritéria vylučující zařazení byly rozdílné stravování jednotlivých členů rodiny, jiný typ diety než veganská, vegetariánská nebo omnivorní a rodiny, ve kterých byly děti pouze starší 7 let. Zároveň k exkluzion kritériím patřila přítomnost onemocnění způsobující malabsorpci (např. fenylketonurie, pankreatitida atd.) a také nevhodná účast při sběru biologických vzorků a k podstoupení vyšetření. [70]

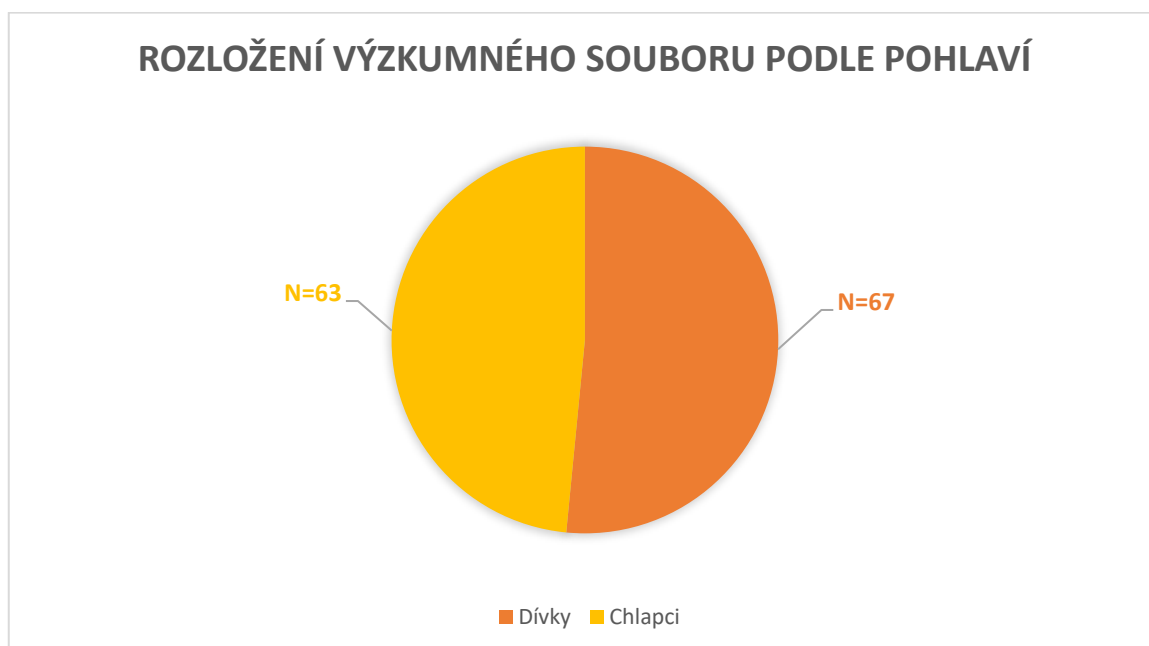
Účastníci byli do studie zváni spolupracujícími pediatry v jejich klinické praxi, pokud splňovali inclusion kritéria, a také skrz reklamu na sociálních sítích. [70]

Výzkumný soubor zahrnoval 32 vegetariánů, 55 veganů a 43 omnivorně se stravujících dětí. Větší polovinu, tedy 67 dětí tvořily dívky a menší polovinu, tedy 63 dětí tvořili chlapci. 19 dětí bylo ve věku do 1 roku (kojenci) s průměrným věkem  $0,77 \pm 0,17$  let, 48 dětí ve věku 1 až 3 let (batolata) s průměrným věkem  $1,94 \pm 0,55$  let, 44 dětí bylo předškolním věku, tedy 3 až 6 let, s průměrným věkem  $4,78 \pm 0,84$  let, a 19 dětí bylo školního věku, tedy 6 až 12 let s průměrným věkem  $7,9 \pm 1,75$  let.

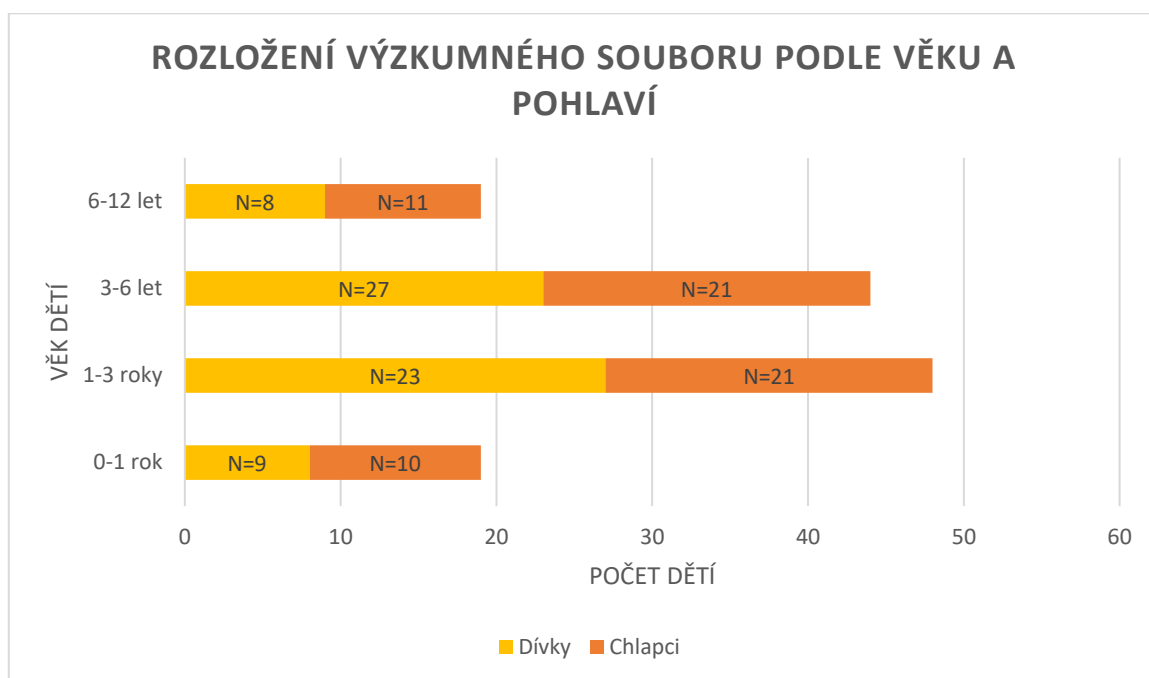
Graf č. 1: Rozložení výzkumného souboru podle typu stravy



Graf č. 2: Rozložení výzkumného souboru podle pohlaví



Graf č. 3: Rozložení výzkumného souboru podle věku



### 3.3. Metodika výzkumu

Sběr dat probíhal v rámci první fáze studie KOMPAS (Kohortová prospektivní studie nových nutričních faktorů mezi rodinami, financování z grantu AZV NU21-09-00362) v období od 19.10.2021 do 14.10.2022. První fáze projektu KOMPAS zahrnovala nábor a odběr vzorků krve, moči a stolice, vyšetření všech členů rodiny, změření jejich výšky a hmotnosti, zhodnocení jejich výživového příjmu z odevzdaného tří denního jídelníčku a dotazníku. Studie byla schválena etickou komisí (viz příloha č. 1) a všichni respondenti či jejich zákonní zástupci podepsali informovaný souhlas. [70]

Odběr žilní krve byl prováděn po celonočním lačnění (12 hodin) z antekubitální žíly. Následně byly vzorky krve odstředěny a části kódovány, uchovávány chlazené, skladovány při teplotě  $-80^{\circ}\text{C}$  a během téhož rána byly analyzovány. Všechny parametry byly analyzovány v centrální institucionální laboratoři s certifikací ISO. [70]

Jídelní záznam respondenti zapisovali po dobu 3 po sobě nejdoucích dnů (2 všední dny a 1 víkendový den). Všichni respondenti byli edukováni zkušeným nutričním terapeutem o správném způsobu zápisu a obdrželi také písemné pokyny, papírový formulář na zápis jídelníčku a digitální váhu. Respondenti zapisovali všechny zkonsumované potraviny, nápoje a suplementy, případně byly záznamy doplněny fotografiemi zkonsumovaného jídla nebo balení potravin. Stravovací záznamy byly analyzovány nutričními terapeutkami v nutričním softwaru, který je ve fázi vývoje, a ještě není dostupný na českém trhu. Na jeho vývoji se podílí vedoucí této bakalářské práce a zodpovídá za správnost údajů. Nutriční software využívá validované databáze



spadající pod EuroFIR, např. Nutridatabaze.cz, FRIDA, USDA, BLS atd. Databáze jsou pravidelně aktualizovány a kontrolovány. Suplementy byly analyzovány zvlášť. [70]

Studie dále pokračuje po dobu nejméně 5 let, ve kterých budou probíhat kontroly zdravotního a nutričního stavu prezenční i distanční formou po jednotlivých letech. Pro účely této práce byly použity laboratorní hodnoty odebrané krve. Mezi sledované parametry této práce patří pohlaví, věk a typ stravy dětí, dále vybrané laboratorní hodnoty, tedy hladiny zinku, vitamínu D, vápníku a s tím související hladiny parathormonu a alkalické fosfatázy. Všechna data byla zpracovávána anonymně a pomocí tabulkového procesoru Microsoft Office Excel. [70]

Data byla rozřazena dle konkrétních mikronutrientů (zinek, vitamin D), jejich hladiny v krvi (norma, snížená hladina, zvýšená hladina), pohlaví dětí (chlapci a dívky) a 4 věkových kategorií (0 až 1 rok, 1 až 3 roky, 3 až 6 let, 6 až 12 let), které byly sestaveny na základě vývoje dítěte dle Nevorala (Výživa v dětském věku, 2003). K těmto jednotlivým kategoriím byly vztahovány výsledky mikronutrientů. [14]

Množství vápníku v těle bylo odvozeno od laboratorních hodnot vápníku, PTH (parathormon) a ALP (alkalická fosfatáza). U dětí, u kterých vyšel možný deficit vápníku, byly propočítány jídelníčky, které byly odevzdány v rámci studie KOMPAS, a zároveň posouzeny suplementy, které děti užívaly. Následně byla zadána jejich výška a hmotnost do programu Růst.cz, ve kterém došlo k vytvoření percentilových grafů a vyhodnocení, zda děti prospívají úměrně svému věku. Díky všem těmto informacím bylo poté zhodnoceno, zda dané děti mohou trpět nedostatkem vápníku.

Hladiny vitamínu D byly rovněž porovnány se suplementací, která byla u daných dětí zařazována.

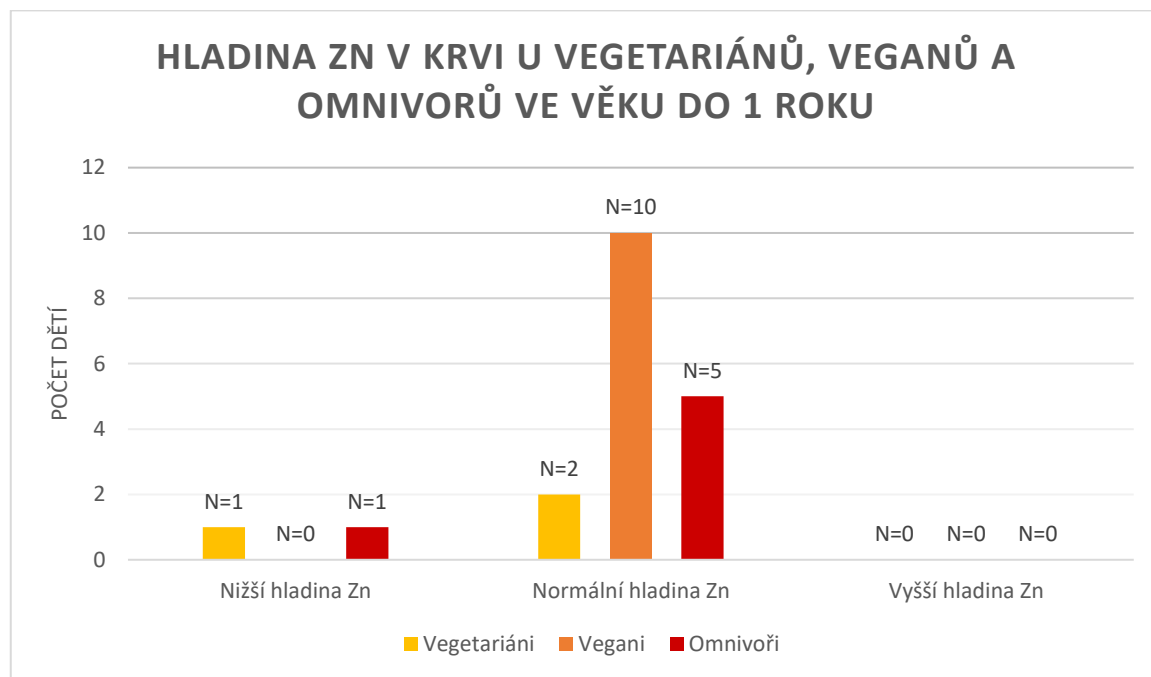
Edukační materiály byly vytvořeny v aplikaci Canva, a to v placené verzi Canva Pro.

## 4. Výsledky

### 4.1. Zinek

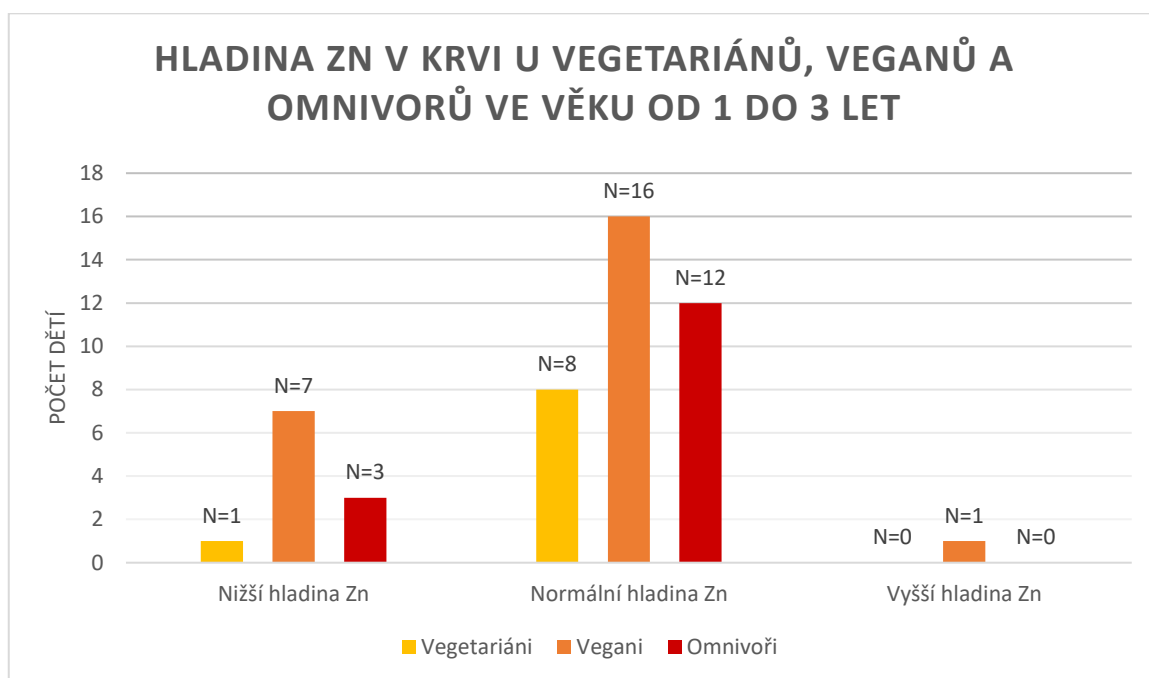
Rozdělení typu diety v kontextu hladin zinku v krvi u dětí do 1 roku znázorňuje graf č. 4. Graf č. 5 popisuje totéž u dětí od 1 do 3 let, graf č. 6 u dětí od 3 do 6 let a graf č. 7 od 6 do 12 let.

Graf č. 4: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku do 1 roku



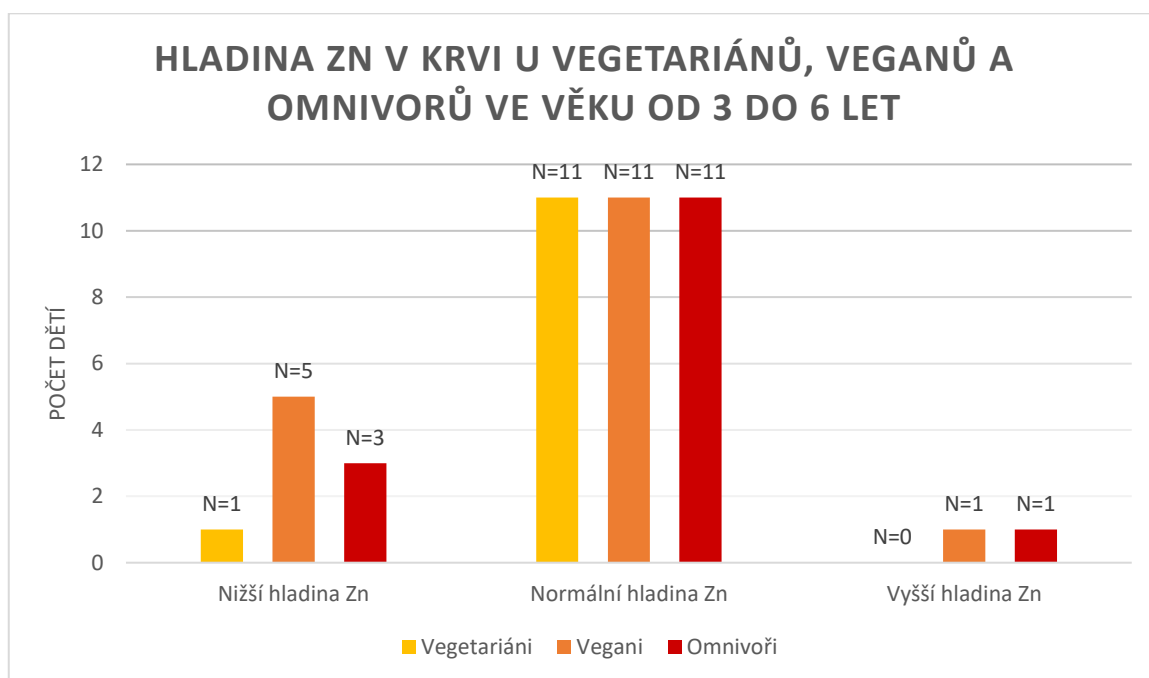
Děti do 1 roku se převážně pohybují v normálních hladinách zinku. Spadalo sem 100 % (N=10) zkoumaných vegansky stravujících se dětí do 1 roku, z toho 6 chlapců a 4 dívky, 83,3 % (N=5) z omnivorně stravujících se dětí, z toho 4 chlapci a 1 dívka, a 66,6 % (N=2) z dětí na vegetariánské dietě, z toho 1 chlapec a 1 dívka. Nižší hladina byla zaznamenána u 16,7 % (N=1) omnivorních dětí, které tvořila 1 dívka, a u 33,3 % (N=1) vegetariánských dětí, které rovněž tvořila 1 dívka. Žádné vegansky stravující se dítě nemělo sníženou hladinu zinku. Ve zvýšených hladinách zinku v krvi se nepohybovalo žádné dítě do 1 roku.

Graf č. 5: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 1 do 3 let



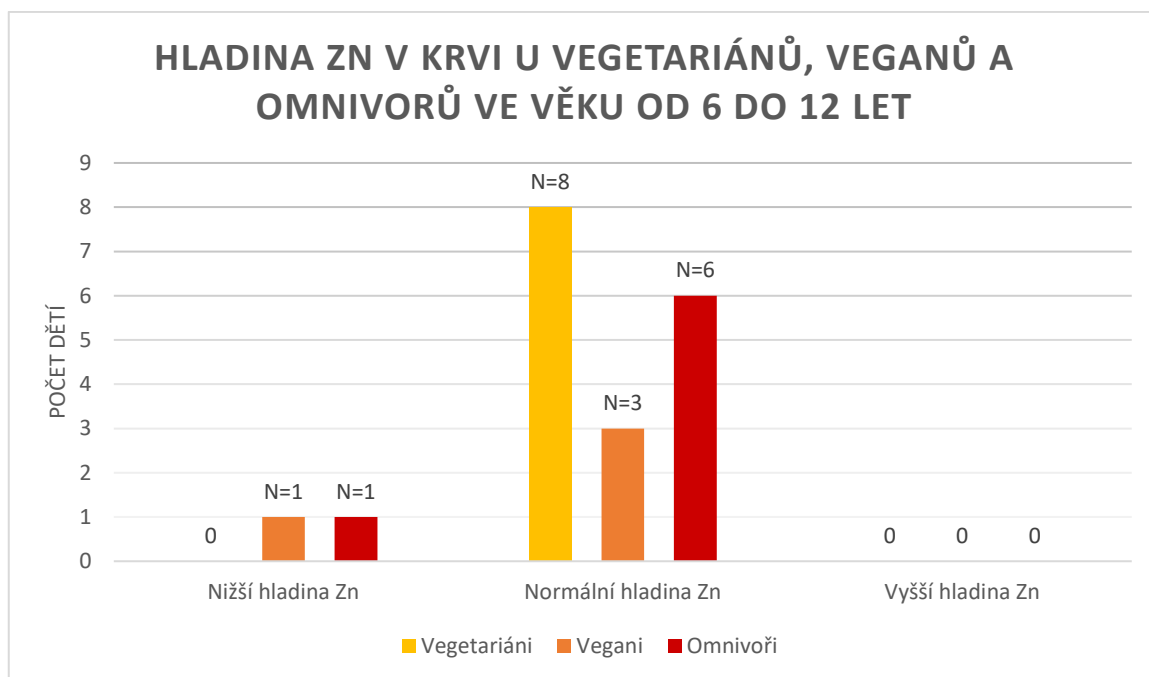
U dětí mezi 1 a 3 lety se zvýšila incidence respondentů se sníženou hladinou zinku. Tato skutečnost byla zjištěna u 29,2 % (N=7) vegansky stravujících se dětí, z toho u 3 chlapců a 4 dívek, 20 % (N=3) omnivorů, z toho u 2 chlapců a 1 dívky, a 11,1 % (N=1) vegetariánských dětí, které tvořila 1 dívka. V normě se procentuálně nacházelo nejvíce vegetariánů, tedy 88,9 % (N=8), z toho 4 chlapci a 4 dívky, na druhém místě byly omnivorně se stravující děti v 80 % (N=12), z toho 5 chlapců a 7 dívek, a nejmenší procentuální zastoupení měli vegani, a to 66,7 % (N=16), z toho 6 chlapců a 10 dívek. Vyšší hladina zinku byla zaznamenána pouze u 4,2 % veganů, tedy u jednoho chlapce od 1 do 3 let.

Graf č. 6: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 3 do 6 let



Mezi 3 a 6 lety byly nevhodnější hodnoty zaznamenány opět u vegetariánů, 91,7 % (N=11) z nich, z toho 6 chlapců a 5 dívek, bylo v normě a pouze 8,3 %, které tvořil jeden chlapec, se nacházelo pod hranicí normy. Žádné z vegetariánsky stravujících se dětí nemělo hladiny zinku zvýšené. Na druhém místě se nacházely omnivorní děti, u kterých byla v 73,3 % (N=11), z toho u 3 chlapců a 8 dívek, zjištěna normální hladina zinku. 20 % (N=3) omnivorů od 3 do 6 let, z toho 2 chlapci a jedna dívka, se pohybovalo ve snížených hladinách zinku a 6,7 %, které tvořil 1 chlapec, také dokonce ve zvýšených hladinách. Vegansky stravující se děti od 3 do 6 let zaznamenaly největší zastoupení v kategorii snížené hladiny zinku, a to 29,4 % (N=5) veganů, z toho 2 chlapci a 3 dívky. V normě se nacházelo pouze 64,7 % (N=11), z toho 5 chlapců a 6 dívek, a u 5,9 % veganů, tedy u 1 chlapce, byla zjištěna vyšší hladina zinku v krvi.

Graf č. 7: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 6 do 12 let



V nejstarší kategorii od 6 do 12 let nejvíce převažovaly děti s hladinami zinku v normě. V normálním rozmezí se nacházelo 100 % (N=8) vegetariánů, z toho 4 chlapci a 4 dívky, 85,7 % (N=6) omnivorně stravujících se dětí, z toho 2 chlapci a 4 dívky, a 75 % dětí na veganské stravě, z toho 2 chlapci a 1 dívka. U žádného vegetariána nebyla zaznamenána nižší hladina zinku, omnivorní děti zde však měly zastoupení ve 14,3 % (N=1), které tvořil jeden chlapec, a veganské děti ve 25 % (N=1), které rovněž tvořil jeden chlapec. Vyšší hladiny zinku nebyly zjištěny u žádné zkoumané osoby ve věku od 6 do 12 let.

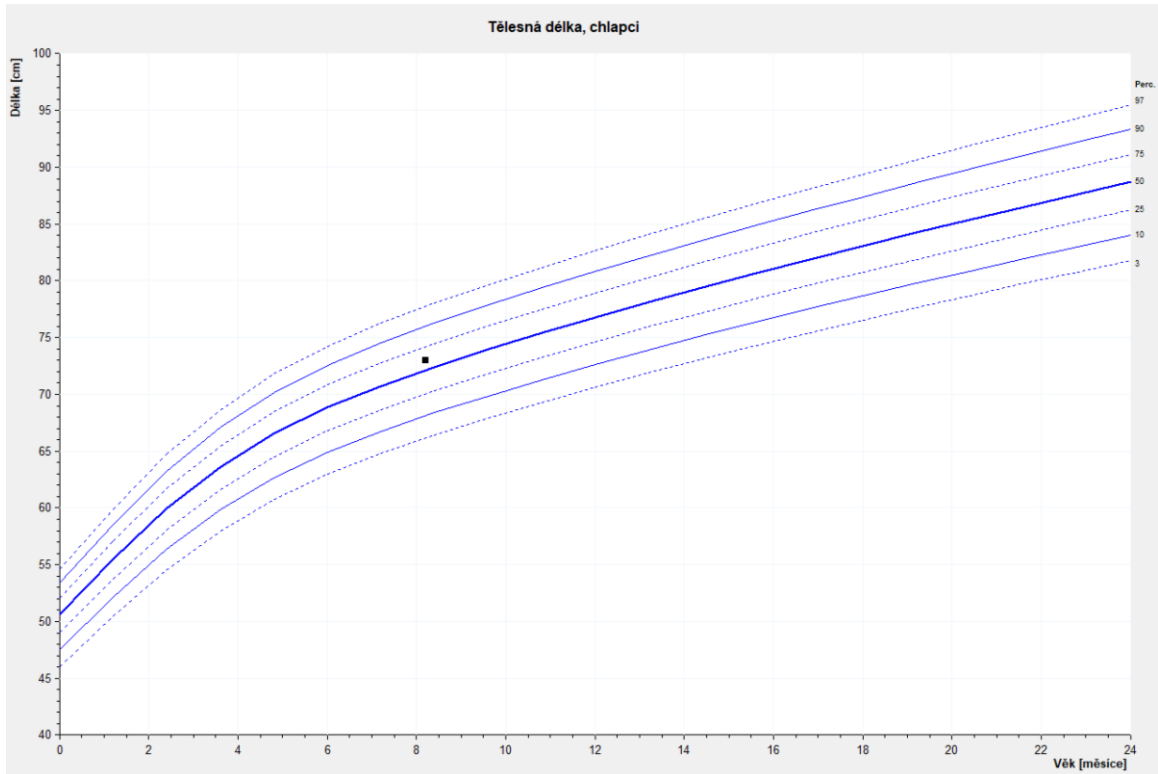
## 4.2. Vápník

Na základě zvýšených hodnot PTH (parathormonu), jehož hladiny se fyziologicky pohybují mezi 1,6–6 pmol/l, byly z výzkumného souboru vybrány 3 děti. Hodnota PTH nebyla zaznamenána u jednoho dítěte z výzkumného souboru z důvodu nedodání dat laboratoří, nebylo tedy možné posuzovat jeho zásoby vápníku. Dané 3 děti tedy tvořily 2,3 % z dětí, u kterých hodnoty změřeny byly. U těchto dětí byly poté posouzeny hladiny ALP (alkalické fosfatázy) s fyziologickou hladinou mezi 1,44 a 8 ukat/l a hladiny Ca (vápníku) s fyziologickou hladinou mezi 2,15 a 2,79 mmol/l. Zároveň bylo také přihlíženo k zaznamenaným jídelníčkům, tedy zda přijímali dostatek vápníku ze stravy. Dále byly zpracovány údaje o hmotnosti a délce v programu Růst.cz, kde bylo zjištěno, zda děti podle percentilů prospívají úměrně svému věku.

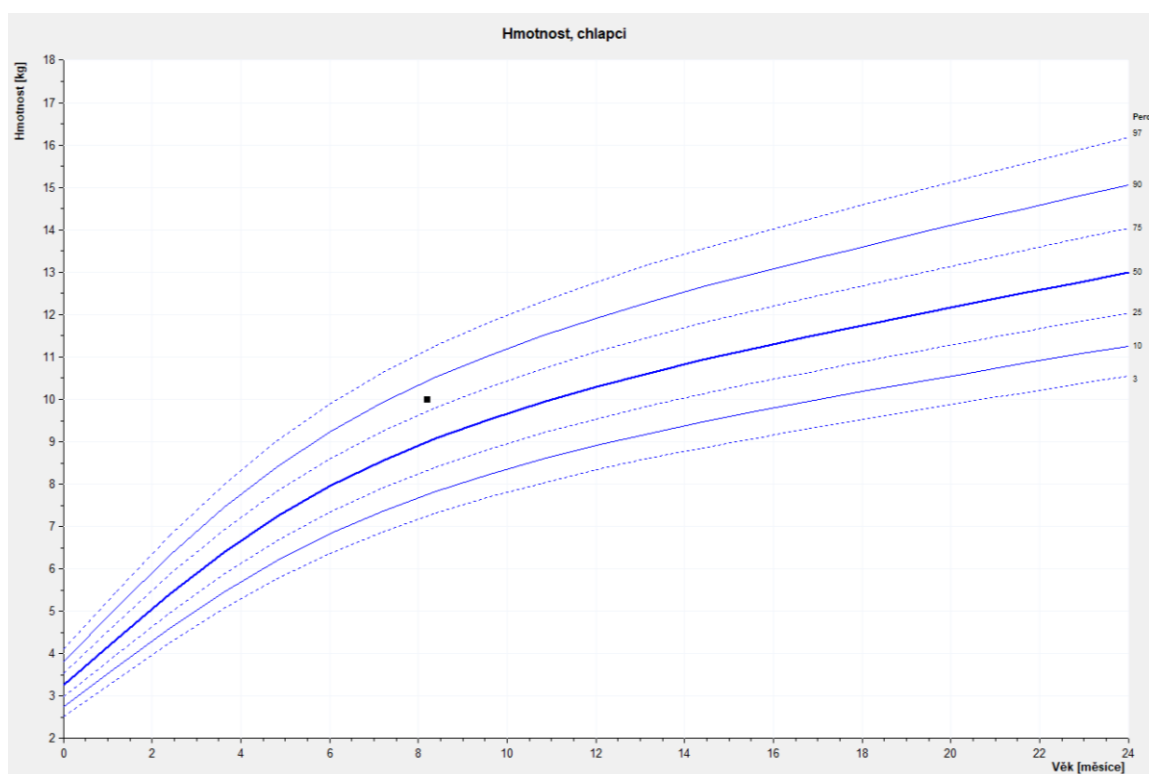
Respondent K87 (chlapec) stravující se vegansky měl v době odběru 8 měsíců. Jeho hladina PTH byla 6,3 pmol/l (zvýšená), ALP 5,6 ukat/l (norma), vitamínu D 106,2 nmol/l (norma) a Ca 2,81 mmol/l (norma). Chlapec během svého života neměl žádnou zlomeninu. Dle jídelních záznamů ze tří dnů byl zjištěn vhodný příjem vápníku. První den tento respondent přijmul 379,5 mg, druhý den 424,8 mg a třetí den 401 mg vápníku. Průměrně přijmul tento chlapec tedy

401,8 mg vápníku za den. Vzhledem k doporučenému množství pro děti do 1 roku, které je stanoveno na 330 mg, konzumoval respondent průměrně vyšší množství vápníku dokonce o 71,8 mg. Chlapec nežíval suplementaci vápníku či vitamínu D. Chlapci byla naměřena hmotnost 10 kg a délka 73 cm. Dle percentilových grafů se jeho délka nachází na 61. percentilu a jeho hmotnost na 82. percentilu. Obě hodnoty jsou tedy nad normou.

Graf č. 8: Percentilový graf délky respondenta K87

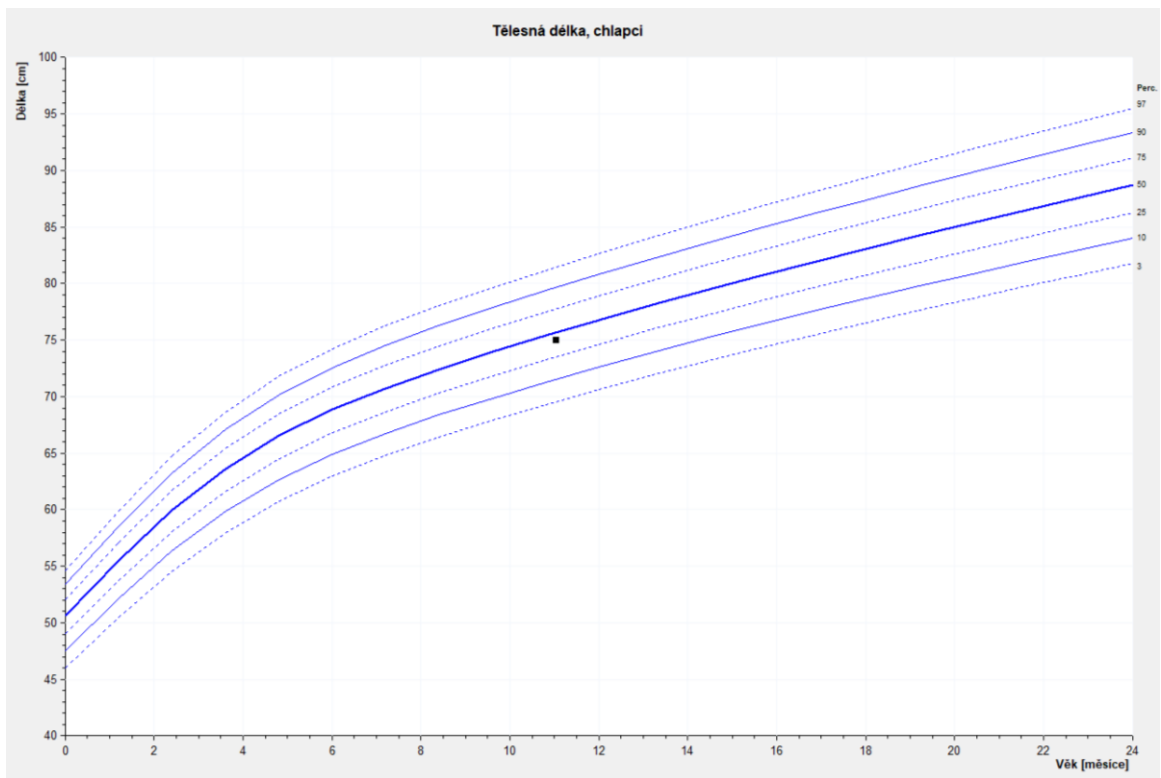


Graf č. 9: Percentilový graf hmotnosti respondenta K87

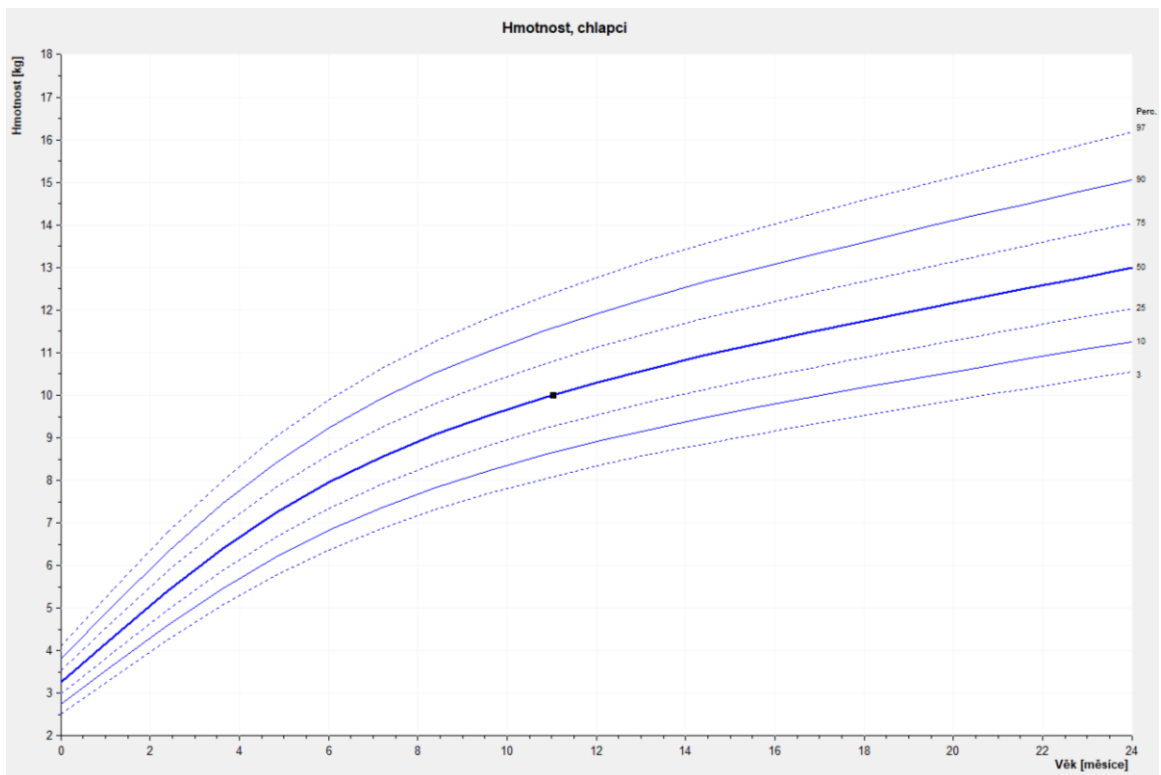


Respondent K125 (chlapec) stravující se omnivorně měl v době odběru 11 měsíců. Jeho hladina PTH byla 7,8 pmol/l (zvýšená), ALP 5,3 ukat/l (norma), vitamínu D 67,8 nmol/l (snížená) a Ca 2,74 mmol/l (norma). Chlapec během svého života neměl žádnou zlomeninu. Dle záznamu jídelníčku byl zjištěn příjem vápníku za první den 423,1 mg, druhý den 645,6 mg a třetí den 1198,3 mg vápníku. Průměrně za zaznamenané tři dny přijmul chlapec 755,7 mg vápníku za den, což je o 425,7 mg vápníku více, než je doporučené denní množství. Chlapec nežíval suplementaci vápníku či vitamínu D. Chlapci byla naměřena hmotnost 10 kg a délka 75 cm. Dle percentilových grafů se jeho délka nachází na 42. percentilu, tedy nižší než norma, a jeho hmotnost na 50. percentilu, tedy přesně v normě.

Graf č. 10: Percentilový graf délky respondenta K125



Graf č. 11: Percentilový graf hmotnosti respondenta K125

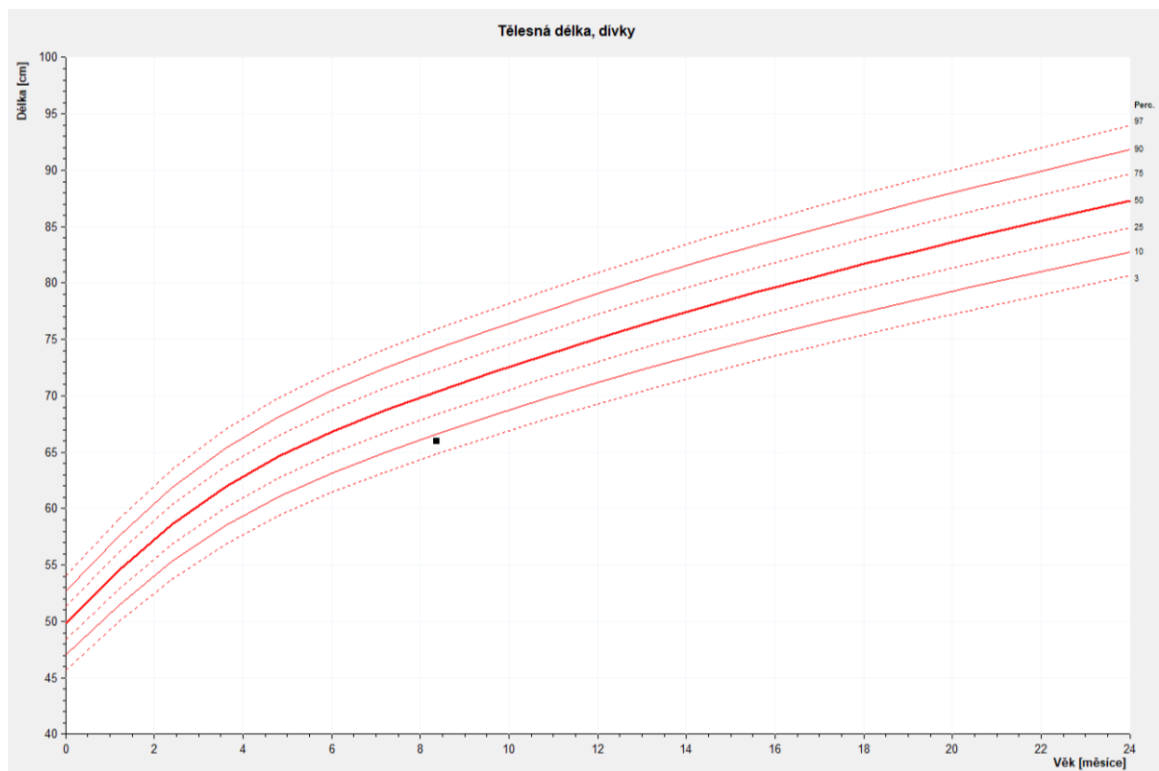


Respondentka K252 (dívka) stravující se vegansky měla v době odběru 8 měsíců. Její hladina PTH byla 7,6 pmol/l (zvýšená), ALP 6,26 ukat/l (norma), vitamínu D 113,1 nmol/l (norma)

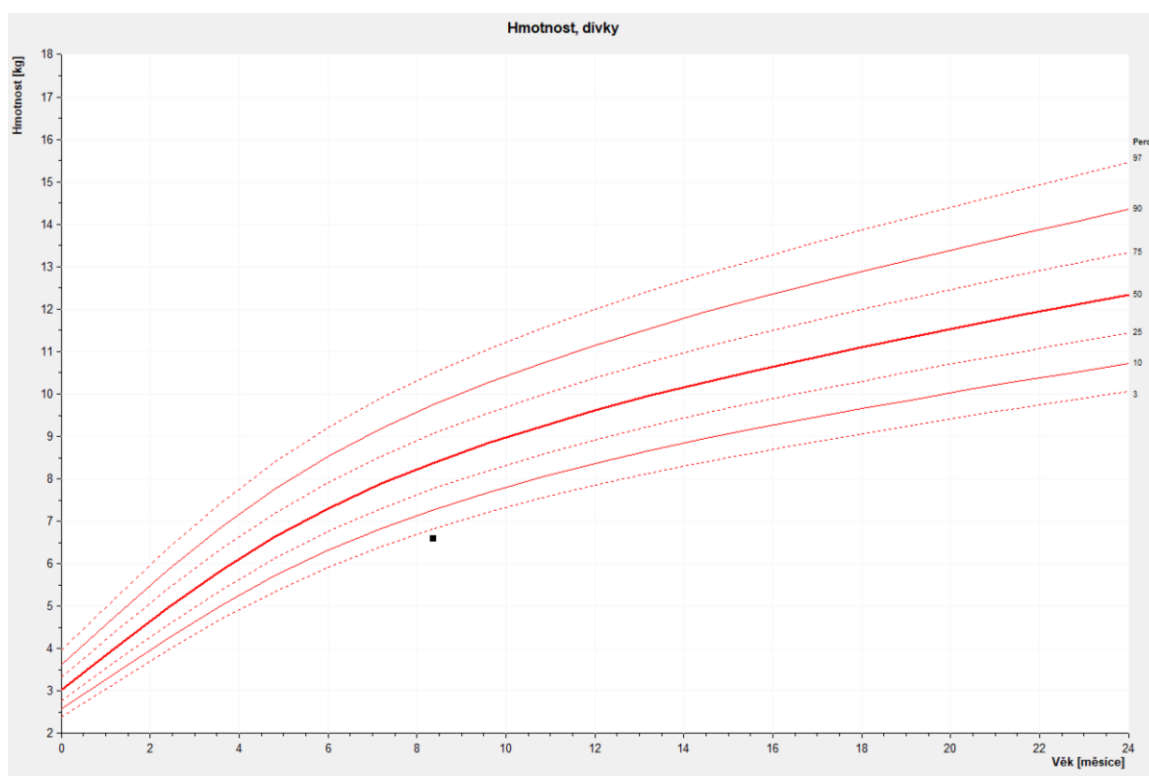


a Ca 2,67 mmol/l (norma). Dívka během svého života neměla žádnou zlomeninu. Na základě jídelních záznamů byl zjištěn příjem vápníku první den 544,6 mg, druhý den 493,4 mg a třetí den 306,2 mg. Průměrná hodnota přijatého vápníku za den byla 448,1 mg, tedy o 118,1 mg vápníku více, než je doporučené množství pro danou věkovou kategorii. Dívka suplementuje vápník i vitamin D (Vápník & Hořčík s Vitaminem D-3 a Zinkem 240 – NOW – dávka 105 µg/týden). Dívce byla naměřena hmotnost 6,6 kg a délka 66 cm. Dle percentilových grafů se její délka nachází na 7. percentilu a její hmotnost na percentilu 1, obě hodnoty jsou tedy výrazně nižší, než je norma.

Graf č. 12 : Percentilový graf délky respondentky K252



Graf č. 13: Percentilový graf hmotnosti respondentky K252



U všech tří respondentů, u kterých bylo zjištěno potenciální riziko nedostatku vápníku na základě zvýšené hodnoty PTH, vyplynul z propočítaných jídelních záznamů dostatečný, až nadměrný příjem vápníku. U dvou chlapců byly v pořádku také hodnoty z percentilových grafů charakterizující jejich prospívání na základě výšky a hmotnosti, nicméně dívka byla kvůli své nízké hmotnosti a výšce silně nepospívající.

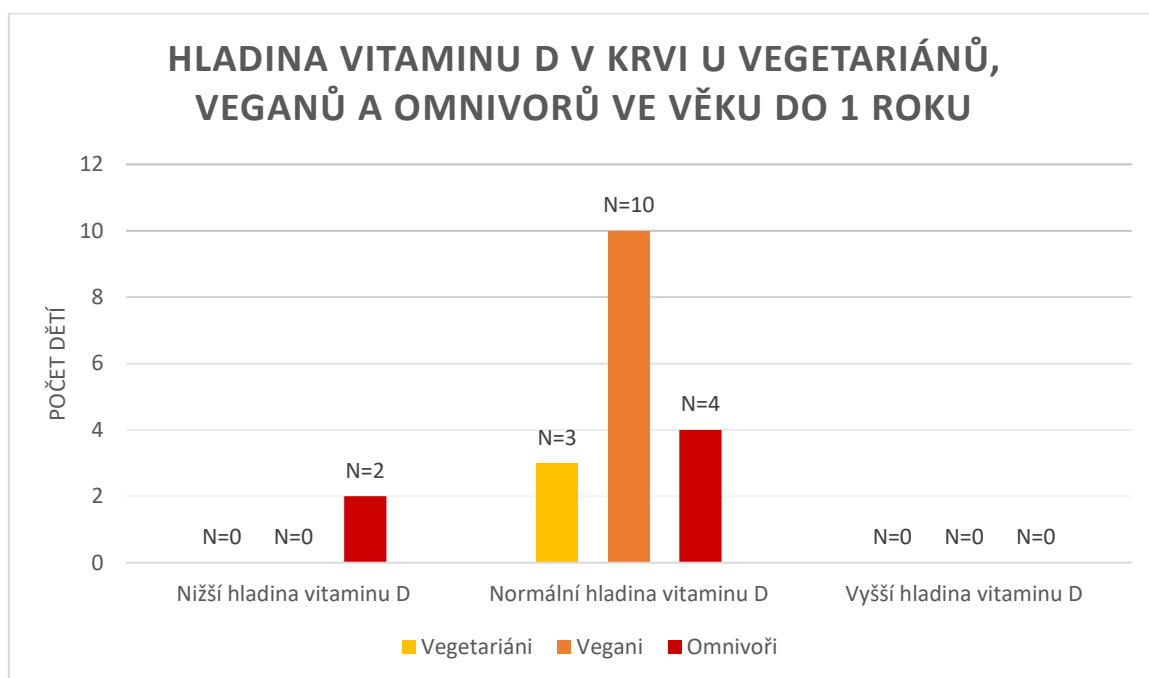
Tabulka č. 8: Příjem vápníku u 3 rizikových dětí za 3 dny ze stravy

Respondent	1. den Ca [mg]	2. den Ca [mg]	3. den Ca [mg]	Průměr Ca [mg]
K87	379,5	424,8	401	401,8 ( $\pm 18,5$ )
K125	423,1	645,6	1198,3	755,7 ( $\pm 325,9$ )
K252	544,6	493,4	306,2	448,1 ( $\pm 102,5$ )

### 4.3. Vitamin D

Rozdělení typu diety v kontextu hladin vitamínu D v krvi u dětí do 1 roku znázorňuje graf č. 14. Graf č. 15 popisuje totéž u dětí od 1 do 3 let, graf č. 16 u dětí od 3 do 6 let a graf č. 17 od 6 do 12 let.

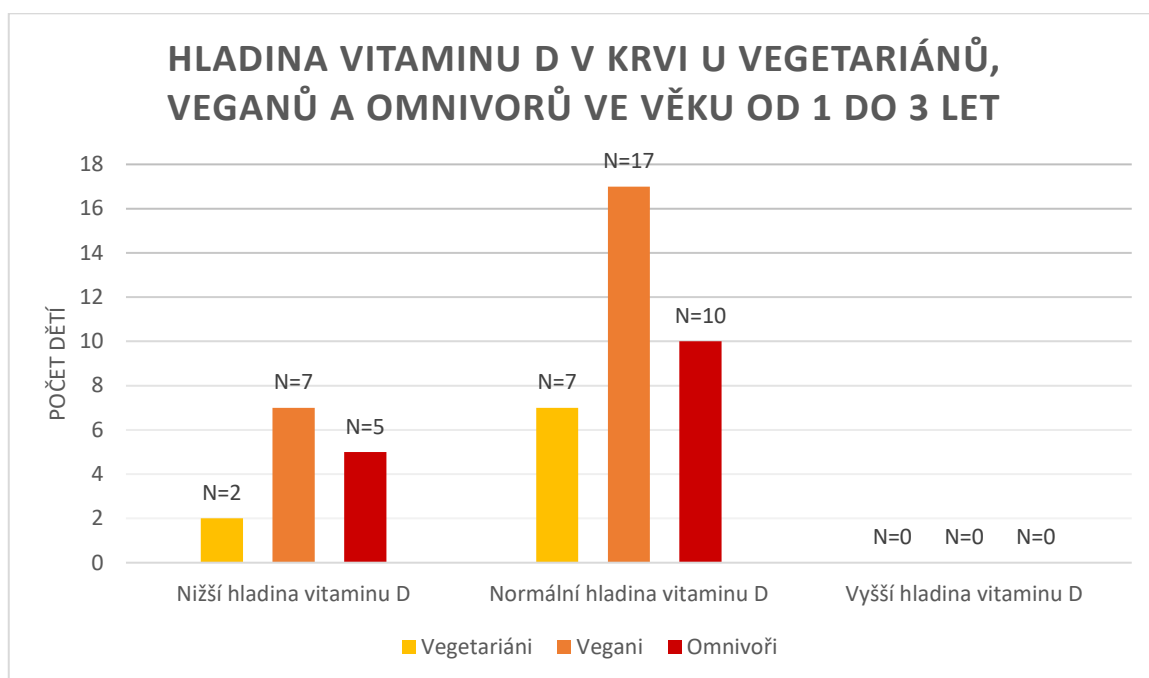
Graf č. 14: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku do 1 roku



Ve věkové kategorii do 1 roku se většina dětí pohybovala v normálních hladinách vitamínu D. Hodnoty v normě byly nejčastěji naměřeny u veganů, kde se 100 % (N=10) dětí, z toho 6 chlapců a 4 dívky, pohybovalo v normě a zároveň u vegetariánů, u kterých se rovněž všichni (N=3), z toho 1 chlapec a 2 dívky, nacházeli v rozmezí normy. U omnivorně se stravujících dětí měly sice dvě třetiny, tedy 66,7 % (N=4), z toho 2 chlapci a 2 dívky, normální hodnoty, nicméně se zde vyskytlo také 33,3 % (N=2) respondentů, které bylo tvořeno pouze chlapci, s nižší hladinou vitamínu D. Vyšší hladina vitamínu D nebyla naměřena u žádného dítěte z výzkumného souboru do 1 roku.

Nižší hladina vitamínu D byla naměřena u 2 respondentů do 1 roku stravujících se omnivorně, jedno dítě suplementovalo Vigantol a druhé dítě bylo bez suplementace.

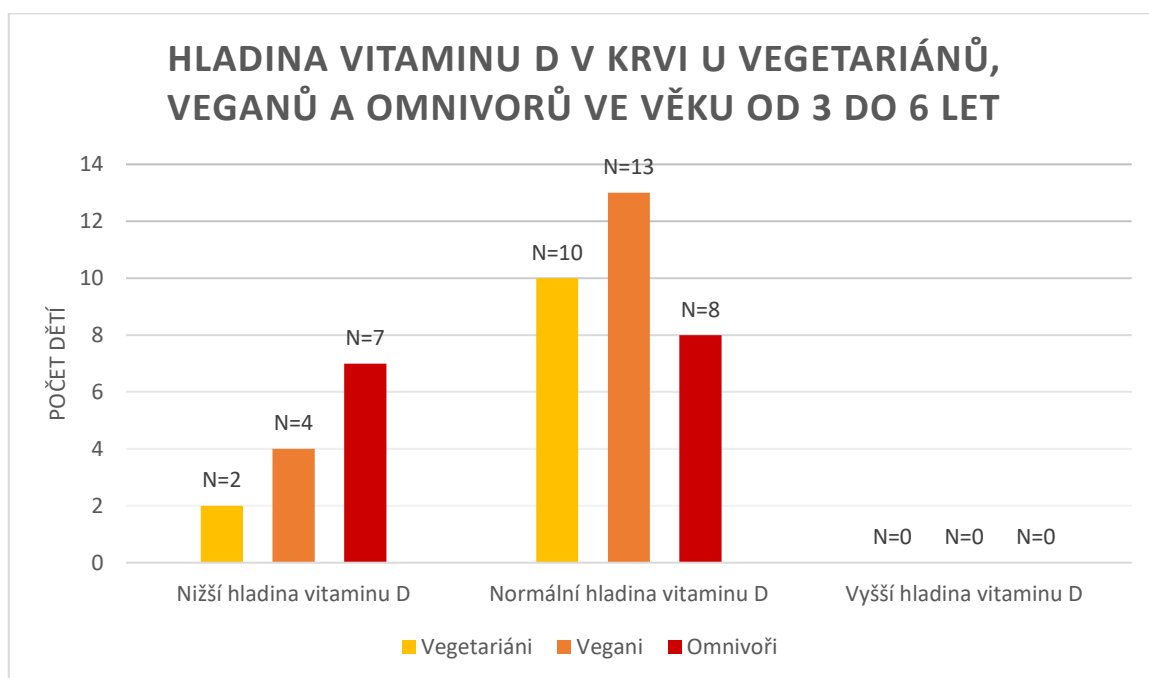
Graf č. 15: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 1 do 3 let



V další věkové kategorii od 1 do 3 let se zvýšil počet dětí s nižšími hladinami vitamínu D. Ta byla naměřena nejvíce u 33,3 % (N=5) omnivorních dětí, z toho u 2 chlapců a 3 dívek, dále v 29,2 % (N=7) u vegansky stravujících se dětí, z toho u 5 chlapců a 2 dívek, a v 22,2 % (N=2) – tedy nejméně v porovnání s ostatními dietami – také u vegetariánů, z toho u 1 chlapce a 1 dívky. Opět zde ale převažovala skupina s normálními hladinami vitamínu D. V té se nacházelo 77,8 % (N=7) vegetariánských dětí, z toho 3 chlapci a 4 dívky, na druhém místě 70,8 % (N=17) veganů, z toho 5 chlapců a 12 dívek, a procentuálně nejméně, tedy 66,7 % (N=10) omnivorně se stravujících dětí, z toho 5 chlapců a 5 dívek. Vyšší hladina vitamínu D nebyla naměřena u žádného dítěte z výzkumného souboru od 1 do 3 let.

Nižší hladina vitamínu D byla naměřena u 2 dětí od 1 do 3 let stravujících se vegetariánsky, z čehož jedno dítě vitamin D suplementovalo v adekvátní dávce 140 µg/týden a u druhého dítěte nebyla suplementace udána. Dále do skupiny se sníženou hladinou vitamínu D patřilo 7 veganských dětí, ze kterých 5 dětí suplementaci zařazovalo (3 v adekvátním množství, 2 v polovičním doporučeném množství) a 2 děti byly bez suplementace. U omnivorů se sníženou hladinou vitamínu D byl v nižším množství vitamin D suplementován ve dvou případech a ve třech případech nebyl suplementován vůbec.

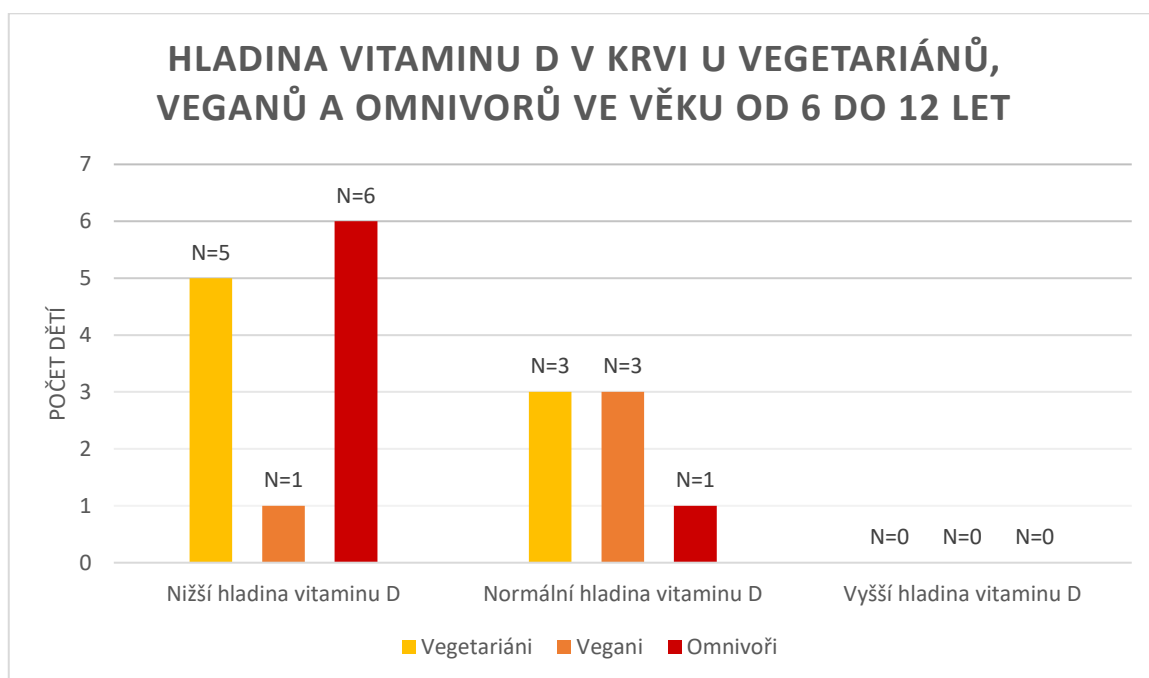
Graf č. 16: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 3 do 6 let



Ve věkové skupině od 3 do 6 let byla nižší hladina vitamínu D naměřena u 16,7 % (N=2) vegetariánů, z toho u jednoho chlapce a jedné dívky, 23,5 % (N=4) veganů, z toho u 3 chlapců a jedné dívky, a nejvíce dokonce u téměř poloviny, tedy 46,7 % (N=7) omnivorně se stravujících dětí, z toho u 3 chlapců a 4 dívek. V normě bylo procentuálně tedy nejméně právě omnivorů s 53,3 % (N=8), z toho 3 chlapci a 5 dívek, na druhém místě se nacházeli vegani s 76,5 % (N=13), z toho 5 chlapců a 8 dívek, a nejčastěji byla normální hladina vitamínu D zjištěna u vegetariánů, a to v 83,3 % (N=10), z toho 6 chlapců a 4 dívky. Vyšší hladina vitamínu D opět nebyla naměřena u žádného dítěte ve věkové skupině od 3 do 6 let.

Jedno ze dvou vegetariánsky stravujících se dětí se mezi 3 a 6 lety sníženou hladinou vitamínu D užívalo suplementaci tohoto nutrientu, u druhého dítěte suplementace nebyla udána. Všechny 4 veganské děti se sníženou hladinou vitamínu D nezařazovaly suplementaci tohoto vitamínu. U omnivorů byla zjištěna nižší hladina vitamínu D u 7 dětí. Dvě děti užívaly suplementy vitamínu D, nicméně zbylých 5 suplementaci neužívalo nebo ji neudává.

Graf č. 17: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 6 do 12 let



U nejstarších dětí dokonce počet dětí s nižší hladinou vitamínu D převyšoval počet dětí s hladinou v normě. Nejhorší výsledky se ukázaly pro omnivorní skupinu dětí, ve které mělo 85,7 % (N=6) dětí, z toho 3 dívky a 3 chlapci, nižší hladinu vitamínu D. V normě se nacházela pouze jedna dívka, tedy 14,3 %. U vegetariánů se nižší hladina vyskytovala v 62,5 % (N=5) případech, z toho u 3 chlapců a 2 dívek, a normální hladina v 37,5 % (N=3), z toho se jednalo o 1 chlapce a 2 dívky. Vegansky stravující se skupina dětí zaznamenala nižší hodnoty vitamínu D pouze v případě jedné dívky (25 %) a převažoval počet dětí s normálními hladinami vitamínu D, které byly naměřeny u 75 % (N=3) dětí, které tvořili pouze chlapci.

Dvě z pěti vegetariánských dětí od 6 do 12 let s nižší hladinou vitamínu D zařazovaly alespoň v nepravidelné formě suplementaci tohoto vitamínu, 3 děti suplementaci neužívaly nebo nebylo udáno její užívání. Jeden vegan se sníženou hladinou vitamínu D v krvi udával adekvátní suplementaci. Žádné z 6 omnivorně se stravujících dětí neužívalo nebo neudalo užívání suplementace vitamínu D.

## 5. Diskuze

S výjimkou věkové kategorie do 1 roku, kde s normálními hladinami zinku převažovaly veganské děti (průměrná hladina Zn  $11,82 \pm 1,47$  umol/l), byly nejlepší výsledky zaznamenány u vegetariánů (průměrná hladina Zn  $11,67 \pm 1,92$  umol/l), kteří se nejméně často pohybovali v nižších a vyšších hladinách, a procentuálně nejvíce u nich byly zjištěny normální hodnoty. Druhé nejčastější hodnoty v normě ve všech věkových kategoriích měly omnivorně stravující se děti (průměrná hladina Zn  $12,03 \pm 2,75$  umol/l) a od 1 roku dále byly zaznamenány nejhorší výsledky u veganských dětí (průměrná hladina Zn  $11,02 \pm 2,43$  umol/l), u kterých se mezi 1 rokem a 12 lety nacházelo kolem 30 % dětí s nižšími hladinami zinku. Tato skutečnost může být vysvětlena tím, že se při dostatečném příjmu zinku u matky dostává dostatek zinku také do mateřského mléka, díky čemuž má dítě dostatečné hladiny tohoto prvku a deficit se může projevit až při delším zanedbávání správného příjmu zinku z potravy dítěte, tedy až po 1. roce života. Příjem zinku u matek však není předmětem této práce, nebyl tedy zkoumán a není jisté, zda je dostatečný. Zinek může patřit mezi méně známé deficitní prvky při rostlinné stravě, proto mu mohou veganské rodiny věnovat nižší pozornost a děti se tak mohou dostávat snadno do deficitů. Vegetariánská strava zahrnuje více zdrojů s lepší vstřebatelností než veganská strava, proto se u nich může deficit zinku vyskytovat méně často. Rovněž je sice množství zinku v živočišných potravinách vyšší a zároveň lépe vstřebatelné, nicméně mezi hlavní živočišné zdroje, které by mohly ve své dietě omnivorní děti mít, patří červené maso a játra. Tyto potraviny nicméně nebývají u dětí v mnohých případech tolik oblíbené, proto je jejich konzumace také značně omezená, a počet kvalitních zdrojů zinku se tak snižuje. [71]

I přes zaznamenané deficity byl stále zjištěn velký počet dětí s normální hladinou zinku v krvi (79,23 %), tedy s hladinou v rozmezí 9,8 – 18 umol/l. To může svědčit o možnosti dostatečném příjmu zinku i ze stravy vyřazující různým dílem živočišné potraviny a zdá se, že je možné dosáhnout adekvátních hodnot i bez zařazování masa či jiných živočišných produktů.

U vápníku byly podrobněji zkoumány tři děti, u kterých byl zjištěn možný nedostatek tohoto nutrientu (průměrná hladina PTH  $7,23 \pm 0,66$  pmol/l, průměrná hladina ALP  $4,97 \pm 0,69$  ukat/l, průměrná hladina Ca  $2,74 \pm 0,06$  mmol/l). U jednoho respondenta nebyla změřena hladina PTH, nebylo tedy možné hodnotit jeho zásoby vápníku. U dvou dětí nebyla tato nedostatečnost potvrzena na základě jejich vysokého příjmu vápníku ze stravy a adekvátnímu prospívání podle percentilových grafů. Všechny 3 děti neutrpěly během svého života žádnou zlomeninu, nicméně je nutno přihlížet k jejich nízkému věku (do 1 roku). Na vyšší hladinu parathormonu může mít vliv i např. vyšší konzumace fosforu ve stravě, expozice těžkým kovům či chemikáliím nebo nesprávná funkce příštítných tělísek. Obecně je nutno přihlížet také k možnosti nesprávného zápisu jídelníčku či špatné analýze přijaté stravy, dále také k možné odchylce zapisovaných dní od ostatních. U jednoho dítěte může být tato skutečnost vysvětlena také zjištěnou nižší hladinou vitamínu D, který má vliv na vstřebávání vápníku a ukládání vápníku do kostí. Třetí zkoumané dítě bylo neprospívající i přes dostatečný příjem vápníku ze stravy a zařazené suplementaci. Je možné, že tyto tři zaznamenané dny nebyly vypovídající a nedostatek vápníku opravdu mohl vzniknout kvůli nedostatečnému příjmu během většiny jiných dní, nebo měly na růst vliv i jiné faktory, které se netýkaly množství přijatého vápníku či vitamínu D. Mezi ty patří např. čas a dávka

konzumovaného vápníku, přítomnost vyššího množství kyseliny fytové a šťavelové ve stravě a také genetické vlivy. U tohoto dítěte by bylo vhodné zkoumat i další aspekty stravy, které by růst mohly ovlivnit (např. sledovat množství energie, bílkovin, dalších mikronutrientů atp.), případně zařadit jiná vyšetření zdravotního stavu. Rovněž je při suplementaci vápníku důležité vyhnout se současné suplementaci hořčíku či zinku v ten samý moment, neboť vysoké dávky mohou snížit vstřebatelnost vápníku. [49, 72, 73]

Nutno podotknout, že z celého vzorku 130 dětí mohlo trpět nedostatkem vápníku pouze zlomek z nich. U většiny dětí (jak veganů, vegetariánů či omnivorů) nebyl zaznamenán problém s příjmem vápníku. Z toho vyplývá, že vápník pravděpodobně lze v dostatečném množství získávat také z rostlinné stravy s případnou suplementací, či pravidelným zařazováním fortifikovaných potravin.

U vitamínu D byly zaznamenány podobné výsledky jako u zinku. V nejmladší věkové kategorii byly zaznamenány nejčastěji normální hodnoty u veganů a vegetariánů (průměrná hladina vitamínu D  $111,67 \pm 20,21$  nmol/l), v dalších věkových skupinách (od 1 do 3 let a od 3 do 6 let) byly zaznamenány nejčastější hodnoty v normě u vegetariánsky stravujících se dětí (průměrná hladina vitamínu D  $97,55 \pm 26,92$  nmol/l), na druhém místě se nacházeli vegani (průměrná hladina vitamínu D  $97,46 \pm 28,85$  nmol/l) a u omnivorních dětí se hodnoty vitamínu D pohybovaly nejvíce z daných diet v pásmu nižších hodnot (průměrná hladina vitamínu D  $77,94 \pm 28,24$  nmol/l). U nejstarších dětí byly hodnoty v normě zaznamenány nejčastěji u veganů (průměrná hladina vitamínu D  $91,18 \pm 19,86$  nmol/l), nicméně nejméně často byly normální hodnoty zjištěny opět u omnivorních dětí (průměrná hladina vitamínu D  $75,56 \pm 34,75$  nmol/l). Zároveň v této skupině převyšoval počet dětí s nedostatkem vitamínu D nad počtem dětí s normální hladinou. Z těchto výsledků je zřejmé, že ve sledovaném vzorku s věkem dochází k častějšímu výskytu deficitu vitamínu D. Nižší hladiny u omnivorních dětí mohou být vysvětleny sníženou pozorností k hlídání tohoto nutrientu. Omnivoři mohou nabýt dojmu, že při konzumaci všech potravin dosáhnou potřebných hladin snadno, nicméně vitamin D patří k nedostatkovým nutrientům v celé české populaci, nejenom u vegetariánů a veganů. Při častějších deficitech u omnivorů se může převážít poměr s vegany a vegetariány, kteří mohou být důslednější se zařazováním zdrojů vitamínu D, či suplementace, jelikož si jsou vědomi zvýšeného rizika deficiencie. Při zkoumání suplementace vitamínu D u dětí s nižší hladinou tohoto vitamínu vyplynulo, že častěji suplementují mladší děti (do 3 let), starší děti poté již méně často. Omnivorní děti do 3 let s deficitem vitamínu D spíše nezařazovaly suplementaci, nicméně vegani se do deficitu dostávali i se zařazenou suplementací. Existuje mnoho potenciálních důvodů pro vysvětlení této skutečnosti. Mezi ně může patřit např. méně využitelná forma vitamínu D (tedy zařazování vitamínu D2 a ne D3), nedostatečná dávka, nepravidelná, zanedbávaná či špatně zapsaná suplementace. Ve starších kategoriích se s deficitem vyskytují děti všech typů stravování jak suplementující, tak nesuplementující.

O rizikovosti deficitu vitamínu D u všech diet může svědčit vyšší počet zaznamenaných dětí s deficitem tohoto nutrientu. Respondenti s normální hladinou již tak jednoznačně nepřevyšovali nad respondenty s deficitem (hlavně u nejstarší skupiny dětí). Nicméně stále se dá u daného výzkumného souboru hovořit o větší části dětí, které měly hladiny vitamínu D v normě (68,46 %). Zdá se, že i při rostlinné stravě lze dosáhnout normálních hodnot tohoto nutrientu, nicméně je potřeba zařazovat i pravidelnou suplementaci v adekvátních dávkách či fortifikované potraviny a pravidelný pobyt na slunci.



Celkově po vyhodnocení všech výsledků lze říci, že hodnoty v normě byly nejčastěji zaznamenány u vegetariánů. Je možné, že tato skutečnost je způsobena tím, že u vegetariánů není vylučováno vícero skupin potravin, jako je tomu u veganů, je tedy jednodušší naplnit zdroje daných nutrientů ve stravě. Dále je také možné, že vegetariánsky stravující se jedinci mají větší zájem o výživu, jsou si více vědomi potenciálně rizikových živin a více se snaží zajistit jejich dostatečný příjem (i skrz suplementaci). U vegetariánů společně s vegany byly ve studiích rovněž zaznamenány lepší celkové zdravotní parametry, např. nižší hladiny cholesterolu či BMI [7]. Zároveň mohou být horší výsledky omnivorních dětí způsobeny sníženou pozorností k dostatečnému příjmu živin kvůli přesvědčení, že strava, která nevylučuje žádnou skupinu potravin, by měla pokrýt doporučená množství všech nutrientů bez jakékoliv suplementace. Vegani a vegetariáni mají také vyšší příjem vlákniny, ovoce, zeleniny či luštěnin a jejich strava může být pestřejší.

Mezi limity práce patří velikost souboru, který není dostatečný k hodnocení veganské, vegetariánské a omnivorní populace dětí plošně. Dalším limitem byl také chybějící údaj hladiny PTH u jednoho dítěte, kvůli čemu nemohl být příjem vápníku hodnocen u celého souboru dětí. Limitace mohou být také u zapisování záznamů stravy, ke kterým patří možný nepřesný zápis, nepřesné vážení, nepravidelné zapisování, zapomínání zkonsumovaných potravin, špatný odhad, který vede k podhodnocování či nadhodnocování přijatého množství, ale také strach zapsat všechny zkonsumované potraviny. Dále může zkreslení výzkumu plynout ze zastoupení konkrétních rodin. Můžeme předpokládat, že rodiny účastníci se studie již mají určité povědomí a vyšší znalosti o rostlinné stravě, jejich výsledky tudíž mohou být odlišné od dětí, jejichž rodiče se v oblasti výživy vzdělávají méně. Studie z roku 2023 [74] zjistila, že matky vychovávající své děti na lakto-ovo-vegetariánské dietě měly nejlepší nutriční znalosti v porovnání s matkami vychovávající své děti na jiných typech vegetariánských či veganských diet. Při dodržování přísnějších vegetariánských diet bylo mezi rodiči vysoké povědomí o riziku nedostatku živin a vyskytovalo se zde častější užívání suplementů. Veganské matky měly naopak nejnižší nutriční povědomí a méně často následovaly výživová doporučení pro děti.

Aby mohl být vyvozen závěr a z toho plynoucí doporučení, musely by se u všech dětí kromě laboratorních markerů sledovat i podrobné stravovací záznamy, suplementace, vliv rodiny a další parametry, to je však předmětem zkoumání studie KOMPAS. Zároveň k posouzení výživového stavu veganů, vegetariánů a omnivorů nestačí pouze posuzovat tyto 3 konkrétní prvky, rizikových nutrientů u rostlinné stravy je více, a i s nimi je potřeba počítat. Pro potvrzení daných výsledků je potřeba dalších studií.

## 6. Závěr

Cílem práce bylo posoudit a porovnat hladiny zinku, vápníku a vitamínu D u vegansky, vegetariánsky a omnivorně stravujících se dětí a zjistit, zda existují rozdíly v hodnotách daných nutrientů mezi těmito skupinami dětí.

Přestože se u rostlinné stravy může vyskytnout vícero rizik, mezi které patří např. nebezpečí nedostatku energie, bílkovin, železa, zinku, vápníku, jodu, EPA a DHA, vitamínu B12, vitamínu D, a naopak také riziko nadbytku vlákniny a antinutričních látek, jako je třeba kyselina fytová, které mohou snižovat vstřebávání některých živin, čímž může být negativně ovlivněn růst a správné prospívání dítěte, má veganská a vegetariánská strava při správném dodržování prokazatelné benefity. Mezi přednosti této diety patří snížení rizika mnoha onemocnění, jako je např. obezita, diabetes mellitus 2. typu, ischemická a hemoragická cévní mozková příhoda, ischemická choroba srdeční (díky snižování krevního tlaku a hladiny cholesterolu) a také nádorových onemocnění, převážně postihující gastrointestinální trakt.

V praktické části bylo zjištěno, že existují rozdíly v hladinách zinku mezi vegansky, vegetariánsky a omnivorně stravujícími se dětmi. Při zkoumání hladin zinku byly u dětí starších 1 roku naměřeny hodnoty v normě nejčastěji u vegetariánsky stravujících se dětí, které měly v porovnání s dětmi na ostatních typech diet nejčastěji hladinu zinku v normě a nejméně často sníženou hodnotu. Omnivoři měli druhé nejčastější hodnoty v normě po vegetariánech a u veganů byl naopak největší problém s normálními hladinami zinku v porovnání s ostatními skupinami. Výjimkou byla věková kategorie do 1 roku, kde byla zjištěna normální hodnota nejčastěji u vegansky stravujících se dětí, na druhém místě byli opět omnivoři a nejméně často byla hodnota v normě naměřena u vegetariánů.

Hladina vápníku pod normou se neukázala jako problém u dětí stravujících se vegansky, vegetariánsky či omnivorně. Při bližším zkoumání 3 dětí, které byly potenciálně rizikové, byl pouze u jednoho zjištěn nedostatečný růst, přestože na základě doloženého stravovacího záznamu a suplementace nebyl zjištěn nedostatečný příjem vápníku. V tomto případě by bylo vhodné zvážit i jiné vlivy na růst, jak ze stravy (např. množství energie, bílkovin, dalších mikronutrientů atp.), tak dalších faktorů, a doporučit dítěti podstoupení dalších vyšetření či konzultací s odborníky. Rovněž je při suplementaci důležité vyhnout se současné suplementaci hořčíku či zinku ve stejný moment. U vápníku tedy nebyly prokázány významné rozdíly mezi vegansky, vegetariánsky a omnivorně stravujícími se dětmi.

Při porovnání různých typů diet ve věkových kategoriích bylo zjištěno, že v daném zkoumání byly s nižší hladinou vitamínu D nejčastěji zaznamenány děti stravující se omnivorně, a to ve všech věkových skupinách. Vegetariáni mezi 1 a 6 lety měli nejčastěji hodnoty v normě, v nejstarší skupině naopak převažovali s normální hodnotou vegani, v nejmladší skupině byli vegani a vegetariáni vyrovnaně. Existuje tedy rozdíl mezi hladinou vitamínu D u vegansky, vegetariánsky a omnivorně stravujících se dětí.

Vzhledem k důležitosti vybraných mikronutrientů ke správné funkci imunitního systému, správnému růstu a zdraví kostí, je třeba pomýšlet na riziko negativního ovlivnění těchto zdravotních aspektů při deficitu těchto živin, kterým mohou být děti ohroženy.

Pro prevenci deficiencie vybraných mikronutrientů, kterými se zabývala tato práce, byl sestaven edukační materiál pro laickou veřejnost a rodiče dětí, viz příloha č. 2. V letáčku jsou uvedeny zdroje vitamínu D, vápníku a zinku.

Z práce vyplývá doporučení k pravidelnému hlídání rizikových nutrientů při dodržování veganských a vegetariánských diet, vhodné je zařazení pravidelné suplementace s adekvátním dávkováním a ve vhodné kombinaci nebo časovým odstupem od ostatních suplementů a pravidelné kontroly u lékaře. Ale i omnivoři by měli vhodně sestavovat svůj jídelníček s důrazem na pestrost. I u nich je v některých případech nutná suplementace.

## 7. Seznam použité literatury

- [1] GOJDA, Jan a Eliška SELINGER. *Zdravotní rizika a benefity rostlinné stravy* [online]. 23. září 2020 [vid. 2023-11-30]. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/videozaznamy-z-vyrocní-konference-spv-vyziva-ve-21-století/>
- [2] ZLATOHLÁVEK, Lukáš. *Klinická dietologie a výživa*. Medicus. Praha: Current Media, 2019. ISBN 9788088129448.
- [3] GHEIHMAN, Nina. Veganism as a lifestyle movement. *Sociology Compass* [online]. 2021, **15**(5), 1–14 [vid. 2024-01-29]. ISSN 17519020. Dostupné z: doi:10.1111/soc4.12877
- [4] RUDLOFF, Silvia, Christoph BÜHRER, Frank JOCHUM, Thomas KAUTH, Mathilde KERSTING, Antje KÖRNER, Berthold KOLETZKO, Walter MIHATSCH, Christine PRELL, Thomas REINEHR a Klaus-Peter ZIMMER. Vegetarian diets in childhood and adolescence. *Molecular and Cellular Pediatrics* [online]. 2019, **6**(1) [vid. 2023-11-29]. Dostupné z: doi:10.1186/s40348-019-0091-z
- [5] GONZALGO, Mia R., Sirpi NACKEERAN, Ali MOUZANNAR a Ruben BLACHMAN-BRAUN. Socioeconomic differences associated with consumption of a plant-based diet: Results from the national health and nutrition examination survey. *Nutrition and Health* [online]. 2022 [vid. 2023-12-21]. ISSN 2047945X. Dostupné z: doi:10.1177/02601060221109669
- [6] ROCHA, Jason P., Janese LASTER, Bhavyata PARAG a Nihar U. SHAH. Multiple Health Benefits and Minimal Risks Associated with Vegetarian Diets. *Current Nutrition Reports* [online]. 2019, **8**(4), 374–381 [vid. 2024-01-31]. ISSN 21613311. Dostupné z: doi:10.1007/s13668-019-00298-w
- [7] KUDLOVÁ, Eva. Vegetariánství a zdraví. *Výživa a potraviny* [online]. 2021, **76**(5), 114–117 [vid. 2023-11-26]. ISSN 1211-846X. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2021/11/vegetari1.pdf>
- [8] MELINA, Vesanto a Brenda DAVIS. *Průvodce (začínajícího) vegetariána: [kompletní průvodce zdravou vegetariánskou stravou]* [online]. Radňovice: Andrea Komínková, 2008 [vid. 2023-12-01]. ISBN 9788090429109. Dostupné z: <https://adoc.pub/prvodce-vegetariana.html>
- [9] LIU, Yang, Linlin ZHU, Dong LI, Liankun WANG, Han TANG a Chunyuan ZHANG. Stroke risk with vegetarian, low-animal and high-animal diets: A systematic review and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2022, **31**(3), 422–432. ISSN 09647058. Dostupné z: doi:10.6133/apjcn.202209\_31(3).0010
- [10] LEE, Yujin a Kyong PARK. Adherence to a vegetarian diet and diabetes risk: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients* [online]. 2017, **9**(6) [vid. 2023-11-27]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu9060603

- [11] ZHAO, Yujie, Junyi ZHAN, Yongsen WANG a Dongli WANG. The Relationship Between Plant-Based Diet and Risk of Digestive System Cancers: A Meta-Analysis Based on 3,059,009 Subjects. *Frontiers in Public Health* [online]. 2022, **10** [vid. 2023-11-28]. ISSN 22962565. Dostupné z: doi:10.3389/fpubh.2022.892153
- [12] KOLLER, Alina, Sabine ROHRMANN, Maria WAKOLBINGER, Jan GOJDA, Eliška SELINGER, Monika CAHOVA, Martin SVĚTNIČKA, Sandra HAIDER, Sabrina SCHLESINGER, Tilman KÜHN a Jeffrey W. KELLER. Health aspects of vegan diets among children and adolescents: a systematic review and meta-analyses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2023, 1–12 [vid. 2023-11-27]. ISSN 15497852. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2023.2263574
- [13] BOUVARD, Véronique, Dana LOOMIS, Kathryn Z. GUYTON, Yann GROSSE, Fatiha El GHISSASSI, Lamia BENBRAHIM-TALLAA, Neela GUHA, Heidi MATTOCK, Kurt STRAIF, B. W. STEWART, S. D. SMET, D. CORPET, M. MEURILLON, Giovanna CADERNI, S. ROHRMANN, P. VERGER, S. SASAZUKI, K. WAKABAYASHI, M. P. WEIJENBERG, A. WOLK, M. CANTWELL, T. NORAT, P. VINEIS, F. A. BELAND, E. CHO, D. M. KLURFELD, L. L. MARCHAND, R. SINHA, M. STERN, R. TURESKY a K. WU. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology* [online]. 2015, **16**(16), 1599–1600 [vid. 2023-11-30]. ISSN 14745488. Dostupné z: doi:10.1016/S1470-2045(15)00444-1
- [14] NEVORAL, Jiří. *Výživa v dětském věku*. 1. vyd. Jinočany: H & H, 2003. ISBN 8086022935.
- [15] COFNAS, Nathan. Is vegetarianism healthy for children? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2019, **59**(13), 2052–2060 [vid. 2023-11-30]. ISSN 15497852. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2018.1437024
- [16] YİĞİT, Aslı a Gülhan SAMUR. Is a Vegetarian Diet Safe to Follow During Childhood? *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* [online]. 2022, **13**(3) [vid. 2023-11-29]. Dostupné z: doi:10.22312/sdusbed.1109723
- [17] SVĚTNIČKA, Martin, Eliška SELINGER, Jan GOJDA a Eva EL -LABABIDI. Rostlinná strava: od batolecího věku po dospívání. *Pediatric pro praxi* [online]. 2020, **21**(4), 264–269 [vid. 2023-12-01]. ISSN 1803-5264. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2020/04/08.pdf>
- [18] BRÁT, Jiří. Rostlinná nebo živočišná strava? *Practicus* [online]. 2017, **16**(4), 29–31 [vid. 2023-11-26]. Dostupné z: [http://www.practicus.eu/file/3e400520c66c54324a3322fa55d7a58e/17/Practicus-04-2017\\_1%20bez%20reklam.pdf](http://www.practicus.eu/file/3e400520c66c54324a3322fa55d7a58e/17/Practicus-04-2017_1%20bez%20reklam.pdf)
- [19] KAROLÍNA HLAVATÁ. Přínosy a rizika konzumace rostlinné stravy. *Kazuistiky v angiologii* [online]. 2021, **8**(2), 48–51 [vid. 2023-11-26]. ISSN 2336-2790. Dostupné z: [https://angiologie.kazuistiky.cz/\\_pub-app/download-](https://angiologie.kazuistiky.cz/_pub-app/download-)

file.php?hash=04ea8f7a585d03de8072be4085e398acbf891220ed66ac6033c63c99acf30b84d4dad9de77df646bfd4f230b39ec52a7b8114c1997cfac90c1535f839e89af5&action=view

- [20] MONTEIRO, Carlos A., Geoffrey CANNON, Renata B. LEVY, Jean Claude MOUBARAC, Maria L.C. LOUZADA, Fernanda RAUBER, Neha KHANDPUR, Gustavo CEDIEL, Daniela NERI, Euridice MARTINEZ-STEEL, Larissa G. BARALDI a Patricia C. JAIME. Ultra-processed foods: What they are and how to identify them. *Public Health Nutrition* [online]. 2019, **22**(5), 936–941 [vid. 2024-01-29]. ISSN 14752727. Dostupné z: doi:10.1017/S1368980018003762
- [21] KUDLOVÁ, Eva. Živiny potenciálně nedostatkové v rostlinné stravě a jejich možné rostlinné zdroje. *Výživa a potraviny* [online]. 2022, **77**(2), 25–28 [vid. 2023-11-26]. ISSN 1211-846X. Dostupné z: <https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2022/03/ziviny.pdf>
- [22] SOVOVÁ, Eliška. Suplementace vitamínu D - aktuální poznatky. *Medicina pro praxi* [online]. 2022, **19**(4), 304–307 [vid. 2023-12-18]. ISSN 1214-8687. Dostupné z: doi:10.36290/med.2022.046
- [23] MATOLA, Tiziana Di, Pio ZEPPA, Maurizio GASPERI a Mario VITALE. Thyroid dysfunction following a kelp-containing marketed diet. *BMJ Case Reports* [online]. 2014 [vid. 2024-01-29]. Dostupné z: doi:10.1136/bcr-2014-206330
- [24] WICKRAMASINGHE, Pujitha. Micronutrients in childhood nutrition. *Sri Lanka Journal of Child Health* [online]. 2012, **42**(4), 157–165 [vid. 2024-01-29]. ISSN 13915452. Dostupné z: doi:10.4038/sljch.v41i4.4976
- [25] TAM, Emily, Emily C. KEATS, Fahad RIND, Jai K. DAS a Zulfiqar A. BHUTTA. Micronutrient supplementation and fortification interventions on health and development outcomes among children under-five in low-and middleincome countries: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* [online]. 2020, **12**(2) [vid. 2024-01-29]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu12020289
- [26] KREJSEK, Jan. Vitaminy D, C a zinek jsou esenciální pro obranyschopnost a posílení imunitního systému. *Practicus* [online]. 2020, **19**(7), 5–8 [vid. 2024-01-30]. ISSN 1213-8711. Dostupné z: <https://www.practicus.eu/file/30109e782069710027b8439c168a0669/85/Practicus-07-2020-br.pdf>
- [27] SCHMIDOVÁ, Sandra a Jiří TOTUŠEK. *Zinek ve výživě člověka-biochemie, fyziologie, deficiencie* [online]. Brno, 2008 [vid. 2024-01-30]. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/c0qcv/Zinek\\_ve\\_vyzive\\_cloveka\\_-\\_Bc.\\_2008.pdf](https://is.muni.cz/th/c0qcv/Zinek_ve_vyzive_cloveka_-_Bc._2008.pdf)

- [28] NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH OFFICE OF DIETARY SUPPLEMENTS. *Zinc Fact Sheet for Health Professionals* [online]. 4. říjen 2022 [vid. 2024-03-06]. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Zinc-HealthProfessional/>
- [29] FERNÁNDEZ-CAO, José C., Marisol WARTHON-MEDINA, Victoria H. MORAN, Victoria ARIJA, Carlos DOEPKING, Lluís SERRA-MAJEM a Nicola M. LOWE. Zinc intake and status and risk of type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients* [online]. 2019, **11**(5) [vid. 2024-03-06]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu11051027
- [30] EFSA NDA PANEL (EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, Nutrition and Allergies). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for zinc. *EFSA Journal* [online]. 2014, **12**(10) [vid. 2024-02-29]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2014.3844
- [31] SVĚTNIČKA, Martin, Eliška SELINGER, Jan GOJDA a Eva EL-LABABIDI. Zdravotní konsekvence veganské stravy u dětí a dospívajících. *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie a výživa* [online]. 2020, **23**(4), 166–173 [vid. 2024-01-29]. ISSN 1211-9326. Dostupné z: [https://www.tigis.cz/images/stories/DMEV/2020/DMEV\\_4\\_2020/DMEV\\_mailing\\_4\\_2020\\_svetnicka.pdf](https://www.tigis.cz/images/stories/DMEV/2020/DMEV_4_2020/DMEV_mailing_4_2020_svetnicka.pdf)
- [32] *Centrum pro databázi složení potravin: Databáze složení potravin ČR, verze 8.20* [online]. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací. 2020 [vid. 2024-03-07]. Dostupné z: <http://www.nutridatabaze.cz/>
- [33] *Kompilovaná online databáza nutričného zloženia potravín* [online]. B.m.: Potravinová banka dát, Výskumný ústav potravinársky. 2008-2023 [vid. 2024-03-10]. Dostupné z: <http://www.pbd-online.sk/>
- [34] *Frida Food Data* [online]. B.m.: National Food Institute, Technical University of Denmark. 2023 [vid. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://frida.fooddata.dk/>
- [35] GIBSON, Rosalind S., Victor RABOY a Janet C. KING. Implications of phytate in plant-based foods for iron and zinc bioavailability, setting dietary requirements, and formulating programs and policies. *Nutrition Reviews* [online]. 2018, **76**(11), 793–804 [vid. 2024-02-29]. ISSN 17534887. Dostupné z: doi:10.1093/nutrit/nuy028
- [36] ZHANG, Yianna Y., Regine STOCKMANN, Ken NG a Said AJLOUNI. Revisiting phytate-element interactions: implications for iron, zinc and calcium bioavailability, with emphasis on legumes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2022, **62**(6), 1696–1712 [vid. 2024-02-29]. ISSN 15497852. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2020.1846014
- [37] FORBES, Richard M, John W ERDMAN, Helen M PARKER, Hiromichi KONDO2 a Sandra Mills KETELSEN. Bioavailability of Zinc in Coagulated Soy Protein (Tofu) to Rats

- and Effect of Dietary Calcium at a Constant Phytate:Zinc Ratio<sup>1</sup>. *The Journal of Nutrition* [online]. 1983, **113**(1), 205–210. Dostupné z: doi:10.1093/jn/113.1.205
- [38] LIBERATO, Selma C., Gurmeet SINGH a Kim MULHOLLAND. Zinc supplementation in young children: A review of the literature focusing on diarrhoea prevention and treatment. *Clinical Nutrition* [online]. 2015, **34**(2), 181–188. ISSN 15321983. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnu.2014.08.002
- [39] LI, Jin, Dehong CAO, Yin HUANG, Bo CHEN, Zeyu CHEN, Ruyi WANG, Qiang DONG, Qiang WEI a Liangren LIU. Zinc Intakes and Health Outcomes: An Umbrella Review. *Frontiers in Nutrition* [online]. 2022, **9** [vid. 2024-01-29]. ISSN 2296861X. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2022.798078
- [40] MÜLLER, Pascal. Vegan Diet in Young Children. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series* [online]. 2020, **93**, 103–110 [vid. 2024-03-06]. ISSN 16642155. Dostupné z: doi:10.1159/000503348
- [41] LIU, Enju, Laura PIMPIN, Masha SHULKIN, Sarah KRANZ, Christopher P. DUGGAN, Dariush MOZAFFARIAN a Wafaie W. FAWZI. Effect of zinc supplementation on growth outcomes in children under 5 years of age. *Nutrients* [online]. 2018, **10**(3) [vid. 2024-01-29]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu10030377
- [42] LI, Kelvin, Xia Fang WANG, Ding You LI, Yuan Cheng CHEN, Lan Juan ZHAO, Xiao Gang LIU, Yan Fang GUO, Jie SHEN, Xu LIN, Jeffrey DENG, Rou ZHOU a Hong Wen DENG. The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: A review of calcium intake on human health. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 2018, **13**, 2443–2452 [vid. 2024-01-31]. ISSN 11781998. Dostupné z: doi:10.2147/CIA.S157523
- [43] SUCHODOLOVÁ, Veronika, Halina MATĚJOVÁ a Zuzana BRÁZDOVÁ. Prevence osteoporózy — to není jen vápník. *Výživa a potraviny* [online]. 2014, **69**(3), 62–65 [vid. 2024-01-30]. ISSN 1211-846X. Dostupné z: [https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2016/07/Vyziva3\\_2014.pdf](https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2016/07/Vyziva3_2014.pdf)
- [44] CORMICK, Gabriela, Ana Pilar BETRAN, Iris Beatriz ROMERO, Maria Sol CORMICK, José M BELIZÁN, Ariel BARDACH a Agustín CIAPPONI. Effect of Calcium Fortified Foods on Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* [online]. 2021, **13**(2) [vid. 2024-01-31]. Dostupné z: doi:10.3390/nu130
- [45] ZEMEL, Babette S. Dietary calcium intake recommendations for children: Are they too high? *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2017, **105**(5), 1025–1026 [vid. 2024-01-30]. ISSN 19383207. Dostupné z: doi:10.3945/ajcn.117.155705
- [46] LEVINE, Barton S., Mariano RODRÍGUEZ a Arnold J. FELSENFELD. Serum calcium and bone: Effect of PTH, phosphate, vitamin D and uremia. *Nefrologia* [online]. 2014, **34**(5), 658–669 [vid. 2024-03-19]. ISSN 02116995. Dostupné z: doi:10.3265/Nefrologia.pre2014.Jun.12379



- [47] CALCIUM, Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and, A Catharine ROSS, Christine L TAYLOR, Ann L YAKTINE a Heather B Del VALLE. *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D* [online]. Washington (DC): National Academies Press (US), 2011 [vid. 2024-03-20]. ISBN 978-0-309-16395-8. Dostupné z: doi:10.17226/13050
- [48] UNIVERSITY OF HAWAII AT MĀNOA FOOD SCIENCE AND HUMAN NUTRITION. *Maintaining Blood Calcium Levels* [foto]. 2017. In: Human Nutrition [online]. [vid. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://pressbooks-dev.oer.hawaii.edu/humannutrition/chapter/major-minerals/> [49] EFSA NDA PANEL (EFSA PANEL ON DIETETIC PRODUCTS, Nutrition and Allergies). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for calcium. *EFSA Journal* [online]. 2015, **13**(5) [vid. 2024-02-29]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2015.4101
- [50] WELLCOME LIBRARY. *Rachitis, stages of development for children* [foto]. 2014. In: Wikimedia Commons [online]. [vid. 2024-03-04]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rachitis,\\_stages\\_of\\_development\\_for\\_children\\_Wellcome\\_M0003399.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rachitis,_stages_of_development_for_children_Wellcome_M0003399.jpg)
- [51] SHKEMBI, Blerina a Thom HUPPERTZ. Calcium absorption from food products: Food matrix effects. *Nutrients* [online]. 2022, **14**(1) [vid. 2024-03-04]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu14010180
- [52] DIAZ DE BARBOZA, Gabriela, Solange GUIZZARDI a Nori TOLOSA DE TALAMONI. Molecular aspects of intestinal calcium absorption. *World Journal of Gastroenterology* [online]. 2015, **21**(23), 7142–7154 [vid. 2024-03-04]. ISSN 22192840. Dostupné z: doi:10.3748/wjg.v21.i23.7142
- [53] SONG, Lu. Calcium and Bone Metabolism Indices. *Advances in Clinical Chemistry* [online]. 2017, **82**, 1–46 [vid. 2024-03-04]. ISSN 00652423. Dostupné z: doi:10.1016/bs.acc.2017.06.005
- [54] HORŇASOVÁ, Veronika. *Měď-chelatační vlastnosti isoflavonoidů* [online]. Hradec Králová, 2015 [vid. 2024-03-04]. Diplomová práce. Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/80199/150029765.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [55] GIL, Ángel, Julio PLAZA-DIAZ a María Dolores MESA. Vitamin D: Classic and Novel Actions. *Annals of Nutrition and Metabolism* [online]. 2018, **72**(2), 87–95 [vid. 2024-03-01]. ISSN 14219697. Dostupné z: doi:10.1159/000486536
- [56] CAPOZZI, Anna, Giovanni SCAMBIA a Stefano LELLO. Calcium, vitamin D, vitamin K2, and magnesium supplementation and skeletal health. *Maturitas* [online]. 2020, **140**, 55–63 [vid. 2024-03-06]. ISSN 18734111. Dostupné z: doi:10.1016/j.maturitas.2020.05.020

- [57] ROGERSON, David. Vegan diets: Practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [online]. 2017, **14**(1) [vid. 2024-03-05]. ISSN 15502783. Dostupné z: doi:10.1186/s12970-017-0192-9
- [58] JANOUŠEK, Jiří, Veronika PILAŘOVÁ, Kateřina MACÁKOVÁ, Anderson NOMURA, Jéssica VEIGA-MATOS, Diana Dias da SILVA, Fernando REMIÃO, Luciano SASO, Kateřina MALÁ-LÁDOVÁ, Josef MALÝ, Lucie NOVÁKOVÁ a Přemysl MLADĚNKA. Vitamin D: sources, physiological role, biokinetics, deficiency, therapeutic use, toxicity, and overview of analytical methods for detection of vitamin D and its metabolites. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences* [online]. 2022, **59**(8), 517–554 [vid. 2024-02-02]. ISSN 1549781X. Dostupné z: doi:10.1080/10408363.2022.2070595
- [59] DOMINGUEZ, Ligia J., Mario FARRUGGIA, Nicola VERONESE a Mario BARBAGALLO. Vitamin D sources, metabolism, and deficiency: Available compounds and guidelines for its treatment. *Metabolites* [online]. 2021, **11**(4) [vid. 2024-02-01]. ISSN 22181989. Dostupné z: doi:10.3390/metabo11040255
- [60] DELRUE, Charlotte a Marijn M. SPEECKAERT. Vitamin D and Vitamin D-Binding Protein in Health and Disease. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2023, **24**(5) [vid. 2024-02-01]. ISSN 14220067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms24054642
- [61] JOLLIFFE, D A, A R MARTINEAU, C J GRIFFITHS, J D SLUYTER, R SCRAGG, M AGLIPAY, J L MAGUIRE, David A JOLLIFFE, Carlos A CAMARGO JR, John D SLUYTER, Mary AGLIPAY, John F ALOIA, Davaasambuu GANMAA, Peter BERGMAN, Heike A BISCHOFF-FERRARI, Arturo BORZUTZKY, Camilla T DAMSGAARD, Gal DUBNOV-RAZ, Susanna ESPOSITO, Clare GILHAM, Adit A GINDE, Inbal GOLAN-TRIPTO, Emma C GOODALL, Cameron C GRANT, Christopher J GRIFFITHS, Anna MARIA HIBBS, Wim JANSSENS, Anuradha VAMAN KHADILKAR, Ilkka LAAKSI, Margaret T LEE, Mark LOEB, Jonathon L MAGUIRE, Paweł MAJAK, David T MAUGER, Semira MANASEKI-HOLLAND, David R MURDOCH, Akio NAKASHIMA, Rachel E NEALE, Hai PHAM, Christine RAKE, Judy R REES, Jenni ROSENDAHL, Robert SCRAGG, Dheeraj SHAH, Yoshiki SHIMIZU, Steve SIMPSON-YAP, Geeta TRILOK-KUMAR, Mitsuyoshi URASHIMA a Adrian R MARTINEAU. Articles Vitamin D supplementation to prevent acute respiratory infections: a systematic review and meta-analysis of aggregate data from randomised controlled trials. *Lancet Diabetes Endocrinology* [online]. 2021, **9**(5), 276–292 [vid. 2024-02-01]. Dostupné z: doi:10.1016/S2213-8587(21)00051-6
- [62] BRESSON, Jean Louis, Barbara BURLINGAME, Tara DEAN, Susan FAIRWEATHER-TAIT, Marina HEINONEN, Karen Ildico HIRSCH-ERNST, Inge MANGELSDORF, Harry MCARDLE, Androniki NASKA, Monika NEUHÄUSER-BERTHOLD, Grazyna NOWICKA, Kristina PENTIEVA, Yolanda SANZ, Alfonso SIANI, Anders SJÖDIN, Martin STERN, Daniel TOMÉ, Dominique TURCK, Hendrik VAN LOVEREN, Marco VINCETI a Peter WILLATTS. Dietary reference values for vitamin D. *EFSA Journal*

- [online]. 2016, **14**(10) [vid. 2024-03-19]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2016.4547
- [63] BERNARDOVÁ, Jana. Fototerapie ultrafialovým světlem. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2011, **5**(2), 98–102 [vid. 2024-02-01]. ISSN 1802-2960. Dostupné z: <https://www.dermatologiepropraxi.cz/pdfs/der/2011/02/13.pdf>
- [64] Statement on the benefits of fish/seafood consumption compared to the risks of methylmercury in fish/seafood. *EFSA Journal* [online]. 2015, **13**(1) [vid. 2024-03-07]. ISSN 18314732. Dostupné z: doi:10.2903/j.efsa.2015.3982
- [65] *Spotřeba potravin a nealkoholických nápojů (na obyvatele za rok) v ČR v letech 2013-2022* [online]. 2023 [vid. 2024-03-07]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/191095283/2701392301.pdf/ab6ca41f-0820-4736-954b-f6dd1ff69ecb?version=1.0>
- [66] SUTTER, Daniel Olivier a Nicole BENDER. Nutrient status and growth in vegan children. *Nutrition Research* [online]. 2021, **91**, 13–25 [vid. 2024-03-07]. ISSN 18790739. Dostupné z: doi:10.1016/j.nutres.2021.04.005
- [67] WEIKERT, Cornelia, Iris TREFFLICH, Juliane MENZEL, Rima OBEID, Alessa LONGREE, Jutta DIERKES, Klaus MEYER, Isabelle HERTER-AEBERLI, Knut MAI, Gabriele I. STANGL, Sandra M. MÜLLER, Tanja SCHWERDTLE, Alfonso LAMPEN a Klaus ABRAHAM. Versorgungsstatus mit Vitaminen und Mineralstoffen bei veganer Ernährungsweise. *Deutsches Arzteblatt International* [online]. 2020, **117**(35–36), 575–582 [vid. 2024-03-07]. ISSN 18660452. Dostupné z: doi:10.3238/arztebl.2020.0575
- [68] CHANG, Szu Wen a Hung Chang LEE. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics and Neonatology* [online]. 2019, **60**(3), 237–244 [vid. 2024-02-02]. ISSN 18759572. Dostupné z: doi:10.1016/j.pedneo.2019.04.007
- [69] DAWSON-HUGHES, Bess, Susan S. HARRIS, Alice H. LICHTENSTEIN, Gregory DOLNIKOWSKI, Nancy J. PALERMO a Helen RASMUSSEN. Dietary fat increases vitamin d-3 absorption. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* [online]. 2015, **115**(2), 225–230 [vid. 2024-03-07]. ISSN 22122672. Dostupné z: doi:10.1016/j.jand.2014.09.014
- [70] SELINGER, Eliška, Marina HENIKOVÁ, Martin SVĚTNIČKA, Anna OUŘADOVÁ, Monika CAHOVÁ, Jana POTOČKOVÁ, Pavel DLOUHÝ, Dana HRNČÍŘOVÁ, Eva ELLABABIDI a Jan GOJDA. Monitoring of emerging nutritional factors impacting health outcomes: KOMPAS prospective family cohort study [online]. 2024 [vid. 2024-03-13]. Dostupné z: doi:10.1101/2024.03.03.24303671
- [71] BZIKOWSKA-JURA, Agnieszka, Piotr SOBIERAJ, Magdalena MICHALSKA-KACYMIROW a Aleksandra WESOŁOWSKA. Investigation of iron and zinc concentrations in human milk in correlation to maternal factors: An observational pilot

- study in Poland. *Nutrients* [online]. 2021, **13**(2), 1–16 [vid. 2024-03-19]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13020303
- [72] KHAN, Maqsood, Alvin JOSE a Sandeep SHARMA. Physiology, Parathyroid Hormone. *StatPearls* [online]. 2022 [vid. 2024-04-19]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499940/>
- [73] LEKO, Mirjana Babić, Nikolina PLEIĆ, Ivana GUNJAČA a Tatijana ZEMUNIK. Environmental factors that affect parathyroid hormone and calcitonin levels. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2022, **23**(1) [vid. 2024-04-19]. ISSN 14220067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms23010044
- [74] KOSTECKA, Malgorzata, Julianna KOSTECKA, Izabella JACKOWSKA a Katarzyna IŁOWIECKA. Parental Nutritional Knowledge and Type of Diet as the Key Factors Influencing the Safety of Vegetarian Diets for Children Aged 12–36 Months. *Nutrients* [online]. 2023, **15**(10) [vid. 2024-04-04]. ISSN 20726643. Dostupné z: doi:10.3390/nu15102244

## Seznam zkratek

ALA – kyselina alfa-linolenová

ALP – alkalická fosfatáza

BLS – Bundeslebensmittelschlüssel, Německá databáze potravin

DHA – kyselina dekosahexaenová

D-A-CH – Deutschland – Österreich – Schweiz. Německo – Rakousko – Švýcarsko, platící pro Německo, Rakousko a Švýcarsko (např. referenční hodnoty příjmu živin)

EPA – kyselina eikosapentaenová

IU – International Unit, Mezinárodní jednotka

LDL – low density lipoprotein, označení pro cholesterol s nízkou molekulovou hmotností

PTH – parathormon

USDA – United States Department of Agriculture, Ministerstvo zemědělství Spojených států amerických

UV – ultraviolet, ultrafialové záření

UV-B – ultraviolet B, ultrafialové záření typu B

WHO – World Health Organization, Světová zdravotnická organizace

## **Seznam grafů**

*Graf č. 1: Rozložení výzkumného souboru podle typu stravy*

*Graf č. 2: Rozložení výzkumného souboru podle pohlaví*

*Graf č. 3: Rozložení výzkumného souboru podle věku*

*Graf č. 4: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku do 1 roku*

*Graf č. 5: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 1 do 3 let*

*Graf č. 6: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 3 do 6 let*

*Graf č. 7: Hladina Zn v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 6 do 12 let*

*Graf č. 8: Percentilový graf délky respondenta K87*

*Graf č. 9: Percentilový graf hmotnosti respondenta K87*

*Graf č. 10: Percentilový graf délky respondenta K125*

*Graf č. 11: Percentilový graf hmotnosti respondenta K125*

*Graf č. 12 : Percentilový graf délky respondentky K252*

*Graf č. 13: Percentilový graf hmotnosti respondentky K252*

*Graf č. 14: Rozložení dětí s vyšší hodnotou zinku podle věku a pohlaví*

*Graf č. 15: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku do 1 roku*

*Graf č. 16: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 1 do 3 let*

*Graf č. 17: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 3 do 6 let*

*Graf č. 18: Hladina vitamínu D v krvi u vegetariánů, veganů a omnivorů ve věku od 6 do 12 let*

## **Seznam tabulek**

*Tabulka č. 1: Rozdělení povolených a nepovolených potravin u vegetariánských diet*

*Tabulka č. 2: Denní doporučená dávka zinku u dětí a dospívajících podle D-A-CH*

*Tabulka č. 3: Veganské a vegetariánské zdroje zinku*

*Tabulka č. 4: Denní doporučená dávka vápníku u dětí a dospívajících podle D-A-CH*

*Tabulka č. 5: Veganské a vegetariánské zdroje vápníku*

*Tabulka č. 6: Denní doporučené množství vitamínu D u dětí a dospívajících podle D-A-CH*

*Tabulka č. 7: Veganské a vegetariánské zdroje vitamínu D*

*Tabulka č. 8: Příjem vápníku u 3 rizikových dětí za 3 dny ze stravy*

## **Seznam obrázků**

*Obrázek č. 1: Systém udržování hladiny vápníku v krvi (přeloženo)*

*Obrázek č. 2: Rachitida, stadia vývoje u dětí*



## **Seznam příloh**

*Příloha č. 1: Schválení etické komise ke studii KOMPAS*

*Příloha č. 2: Edukační leták týkající se příjmu vitamínu D, vápníku a zinku*

*Příloha č. 3: Tabulka použitých laboratorních hodnot respondentů*



ETICKÁ KOMISE  
FAKULNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY  
MEDICAL FACULTY OF CHARLES UNIVERSITY

**ROZHODNUTÍ**  
**ETICKÉ KOMISE FAKULNÍ NEMOCNICE KRALOVSKÉ VINOHRADY**

EK-VP/39/0/2020

**NÁZEV PROJEKTU:**

**„Kohortová prospektivní studie nových nutričních faktorů mezi rodinami (KOMPAS)“**

**Řešitel:** FN Královské Vinohrady, II. interní klinika  
MUDr. Jan Gojda, Ph.D.

**Spoluřešitelé / Partneři:** Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta  
Doc. MUDr. Pavel Dlouhý, Ph.D.

Etická komise na svém zasedání dne **22. června 2020** projednala návrh vědeckého projektu doloženého následujícími dokumenty:

1. Žádost
2. Anotace
3. Informace pro pacienta a informovaný souhlas
4. Souhlas přednosty

Na základě hlasování EK vydává  **Souhlasné stanovisko**  Nesouhlasné stanovisko

**Upozornění ke stanovisku EK FNKV:**

- Hlavní řešitel ve FNKV je povinen ohlásit EK FNKV realizaci, zahájení a ukončení projektu a zaslat závěrečnou zprávu.
- V případě, že z projektu vzejde publikace, je hlavní řešitel povinen publikaci dedikovat FNKV.

Seznam členů etické komise

Jméno a příjmení	Muž/ Žena	Odbornost	Zaměstnanec zřizovatele EK*		Funkce v EK	Přítomen		Hlasoval	
			Ano	Ne		Ano	Ne	Ano	Ne
prof. MUDr. Jan Pachel, CSc.	M	anesteziolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	předseda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Martin Herold	M	kardiolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	místopředseda	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Milan Brychta	M	onkolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jarmila Folprechtová	F	zástupce pacientů	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PhDr. Libuše Gavlasová	F	zdravotní sestra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Dana Kovandová	F	tajemnice	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Eva Krpenská	M	chirurg	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PharmDr. Lukáš Lázníčka	M	lékárník	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Nikola Mejzlíková	F	internistka	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Luboš Olejář	M	zástupce pacientů	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUDr. Leo Slavkovský	M	anesteziolog	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	člen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(pozn: \*Zaměstnanec zřizovatele EK)

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacního řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy: Ano Ne

22. 6. 2020  
Datum

Prof. MUDr. Jan Pachel, CSc.  
předseda EK FNKV

Podpis předsedy/místopředsedy EK

FAKULTNÍ NEMOCNICE  
KRÁLOVSKÉ VINOHRADY  
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10  
ETICKÁ KOMISE

# SPRÁVNÝ RŮST & ZDRAVÉ KOSTI

při veganství a vegetariánství



## VITAMIN D

pro správný růst kostí  
pro správnou funkci imunity



**MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY**



**SLUNCE**



**VEJCE**

Při nedostatečné konzumaci těchto potravin zařaďte suplementy vitamínu D - užívejte zároveň s TUKY (např. nakapat do mléka/ jogurtu)

## VÁPŇÍK

pro zdravé kosti a zuby  
pro správný růst



**MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY**



**BROKOLICE, ŠPENÁT, KAPUSTA**



**OBOHACENÉ POTRAVINY (OBILOVINY, ROSTLINNÉ NÁPOJE ...)**



**MÁK, CHIA SEMENA, TAHINI, MANDLE**



**FAZOLE, CIZRNA**

U rostlinných druhů je nižší vstřebatelnost - vhodné vyšší množství, namáčení, klíčení

## ZINEK

pro správnou funkci imunity  
pro správný růst



**ČOČKA, OVESNÉ VLOČKY**



**KEŠU, DÝŇOVÁ A SEZAMOVÁ SEMENA**



**MOZZARELLA, EIDAM**

Při nedostatečném příjmu jakékoliv živiny ze stravy je vhodné zařadit suplementaci



Příloha č. 3: Tabulka použitých laboratorních hodnot respondentů

Respondent	Dieta	Věk [roky]	Pohlaví	Výška [cm]	Hmotnost [kg]	Zinek [umol/l]	Vitamin D [nmol/l]	Vápník [mmol/l]	PTH [pmol/l]	ALP [ukat/l]
K3	VG	1,8	M	0,850	11,8	11,0	81,1	2,77	2,3	4,91
K8	VN	2,6	F	0,970	14,4	10,0	67,7	2,42	5,8	2,66
K11	VG	1,5	F	0,800	9,7	9,1	139,3	2,71		3,75
K14	VN	1,2	F	0,720	9,2	11,1	107,9	2,75	1,9	21,7
K17	VN	1,3	M	0,820	10,0	12,2	74,6	2,65	3,3	5,03
K20	VN	0,9	M	0,740	10,2	11,5	117,8	2,65	3,7	5,06
K23	VG	4,9	M	1,120	19,5	12,1	84,6	2,45	2,4	4,28
K24	VG	2,5	M	0,930	14,3	12,2	66,2	2,48	3,5	7,14
K27	VN	5,1	F	1,060	17,5	7,4	97,3	2,52	2,4	3,08
K33	VN	1,3	M	0,740	9,3	8,1	184,5	2,59	2	4,82
K36	VN	7,1	M	1,240	23,4	9,3	79,4	2,41	2,7	3,75
K37	VN	1,3	F	0,795	10,4	9,6	81,3	2,65	3,7	3,7
K40	VN	4,0	M	0,990	16,5	10,0	103,7	2,49	3,8	4,14
K41	VN	1,6	F	0,780	10,0	9,5	95	2,61	1,6	3,8
K44	OM	2,3	M	0,890	10,9	12,2	83,3	2,65	0,7	5,08
K47	VN	5,3	M	1,150	18,5	7,8	72,5	2,35	1,9	4,82
K50	VN	3,5	F	1,050	17,8	8,6	94,2	2,47	2,9	3,78
K53	VN	5,8	F	1,130	20,5	14,2	54,8	2,49	1,8	3,76
K54	VN	5,8	M	1,170	23,5	10,6	58,7	2,49	2,4	3,41
K60	VG	1,5	M	0,810	10,6	11,0	87,6	2,64	3,6	4,13
K63	VN	1,7	M	0,855	13,6	9,8	65,4	2,88	2	4,55
K66	VN	1,3	F	0,760	10,2	11,0	117,5	2,71	1,5	4,21
K69	VG	6,6	F	1,188	19,0	11,3	60,6	2,59	1,6	4,26
K72	VN	2,9	M	0,980	15,7	8,6	98,2	2,47	2,6	5,53

K75	VN	1,4	F	0,780	10,0	7,2	102,9	2,56	4,1	6,03
K78	VG	10,8	M	1,500	42,0	12,8	65,3	2,45	3,8	5,68
K79	VG	8,0	F	1,340	32,5	13,6	69,8	2,5	3,7	4,69
K80	VG	5,0	F	1,120	19,5	11,7	91,6	2,43	4,1	3,14
K83	VN	3,5	M	1,030	18,5	10,5	88,9	2,55	2,3	4,24
K84	VN	1,0	M	0,750	10,5	11,6	123,3	2,65	2,2	11,17
K87	VN	0,7	M	0,730	10,0	11,3	106,2	2,81	6,3	5,6
K90	VG	8,7	F	1,335	26,0	10,7	75,8	2,56	2,2	3,31
K91	VG	5,8	M	1,160	19,5	14,1	66,8	2,5	3,3	4,35
K93	VN	7,9	M	1,250	25,2	13,8	93,4	2,6	1,8	5,07
K96	VN	2,3	F	0,880	12,6	10,2	101,1	2,65	2,8	3,8
K99	VG	5,4	F	1,170	20,5	13,3	64,9	2,69	3,1	3,63
K102	VN	2,8	M	1,010	13,2	10,5	107,9	2,6	1,9	3,82
K105	VN	2,5	F	0,950	14,5	11,2	128,1	2,47	3	5,69
K111	VN	4,7	M	1,092	18,5	10,5	51,3	2,51	5	4,21
K112	VN	2,1	F	0,910	16,3	9,2	58	2,7	4	3,94
K115	VN	3,3	F	1,040	16,3	9,8	76,9	2,44	3,5	3,7
K118	VN	6,2	F	1,230	21,6	11,1	69,6	2,52	3,7	3,15
K121	VN	1,4	M	0,770	10,0	10,4	71,7	2,51	4,7	6,44
K125	OM	0,9	M	0,750	10,0	12,4	67,8	2,74	7,8	5,3
K128	OM	6,0	M	1,240	24,0	11,1	41,8	2,48	2,7	3,39
K129	OM	2,0	M	0,870	12,0	9,7	56,8	2,64	2,5	4,16
K132	OM	5,6	M	1,220	27,5	10,5	81,2	2,57	2,7	4,16
K133	OM	4,6	M	1,060	18,5	7,0	96,4	2,48	3,1	4,17
K134	OM	1,8	F	0,830	11,5	8,5	76,2	2,57	3,5	4,6
K137	VG	3,2	M	1,040	16,5	10,9	85,3	2,49	1,7	5,13

K138	VG	0,6	F	0,690	9,1	7,9	88,7	2,62	2,9	4,76
K145	OM	0,6	M	0,710	7,6	10,2	136,8	2,81	1,4	4,21
K148	VN	4,3	F	1,075	13,7	12,2	170,5	2,5	2,8	5,29
K149	VN	0,8	F	0,700	9,3	9,8	89,2	2,75	3,2	5,57
K152	OM	3,5	M	1,132	20,0	7,8	103,2	2,4	4,4	4,29
K153	OM	0,5	F	0,720	8,1	8,6	98	2,67	1,4	3,17
K156	OM	4,3	F	1,020	14,9	13,0	86,5	2,66	4	5,48
K157	OM	1,3	F	0,770	11,2	11,2	78,6	2,74	3,5	5,23
K160	VG	3,2	M	1,000	16,0	7,1	136	2,46	1,4	4,17
K161	VG	0,8	M	0,760	9,8	10,7	107,5	2,72	1,5	3,92
K164	VG	7,8	M	1,245	25,0	15,3	66,9	2,59	2,8	6,21
K167	VN	2,2	F	0,890	10,5	11,0	118,6	2,63	3,6	3,55
K170	VG	0,6	F	0,680	7,7	10,7	129,1	2,8	3,1	4,22
K173	VN	3,1	F	0,930	12,5	13,4	95,8	2,61	3,5	4,15
K177	OM	2,5	F	0,945	14,0	16,3	60,6	2,77	1,6	4,16
K180	OM	6,3	F	1,185	21,0	12,6	67,5	2,51	3,8	3,13
K181	OM	2,6	F	0,925	14,8	13,5	36,9	2,55	4,7	3,35
K184	OM	5,6	M	1,100	17,5	21,3	45,7	2,55	2,9	4,32
K185	OM	12,0	M	1,587	43,5	12,4	40,3	2,35	4,6	5,15
K186	OM	7,8	M	1,313	26,0	8,1	59	2,55	3,1	4,01
K189	VN	0,6	M	0,665	7,2	14,4	159,6	2,77	3,4	5,46
K192	VN	2,9	M	0,970	14,2	9,8	67,1	2,5	5	3,79
K193	VN	4,8	F	1,040	14,5	12,4	94,1	2,42	2,3	3,86
K196	OM	6,2	F	1,232	26,5	11,0	73,6	2,51	1,8	3,48
K197	OM	1,6	M	0,880	13,5	11,8	81,8	2,45	2	5,17
K200	OM	0,7	M	0,780	8,9	10,7	66,8	2,71	5,4	5,28

K203	OM	3,6	F	1,000	18,4	11,7	96,5	2,42	1,4	3,09
K204	OM	1,4	M	0,780	13,6	8,4	98,9	2,48	1,2	5,87
K207	VN	4,1	F	0,970	13,4	13,1	86,7	2,79	2,8	4,87
K208	VN	1,0	F	0,700	8,0	10,6	104,4	2,6	1,8	3,68
K211	OM	4,6	F	1,120	19,7	8,2	57,5	2,55	4,3	3,71
K215	VG	2,6	F	0,950	12,0	9,8	77,4	2,68	1,9	3,54
K221	VN	1,6	M	0,795	10,6	8,1	101,1	2,74	1,7	4,98
K224	OM	4,9	F	1,000	14,7	17,9	50,3	2,67	1,8	4,65
K225	OM	2,6	F	0,850	12,0	15,1	47,8	2,65	2,8	3,28
K228	VN	3,6	F	1,000	15,2	9,3	99,5	2,56	2,3	14,03
K229	VN	0,9	F	0,740	9,6	10,5	124,3	2,68	3,1	4
K232	OM	5,5	F	1,155	21,0	12,7	78,9	2,58	1,8	4,04
K233	OM	1,7	F	0,830	12,2	11,7	85,2	2,53	4,1	4,68
K236	OM	4,0	F	1,080	17,3	10,8	64,5	2,47	3,1	2,84
K237	OM	2,0	F	0,860	11,8	11,5	75,2	2,46	3,8	3,69
K240	OM	11,8	M	1,440	36,2	11,4	64,2	2,49	1,8	4,42
K241	OM	8,3	F	1,265	25,5	11,8	67,1	2,39	2,3	3,85
K242	OM	5,5	F	1,070	17,2	10,9	59,5	2,53	2,4	3,99
K245	VG	3,8	M	1,000	15,5	11,3	86,9	2,42	3,3	3,71
K246	VG	1,2	F	0,750	10,0	11,8	59	2,6	4,1	4,01
K249	VG	1,8	F	0,870	12,5	10,9	140,5	2,54	1,4	6,35
K252	VN	0,7	F	0,660	6,6	12,2	113,1	2,67	7,6	6,26
K255	OM	7,0	F	1,235	22,4	14,3	157,2	2,41	1,1	3,26
K256	OM	3,9	F	1,020	14,0	14,1	194,2	2,45	2	2,93
K259	VN	1,6	M	0,865	12,7	10,7	135,7	2,51	3,4	5,38
K262	VN	2,9	M	0,930	13,4	18,7	69,8	2,63	4,6	4,55



K265	VN	1,4	F	0,775	8,5	13,7	85,4	2,53	5,2	8,9
K268	OM	1,2	M	0,790	10,9	14,0	92,7	2,52	3,6	4,46
K271	OM	3,8	F	1,040	16,3	16,5	75,2	2,67	1	4,45
K272	OM	1,0	F	0,770	10,0	13,9	110,2	2,72	1,7	5,92
K275	VG	6,9	M	1,233	20,5	11,5	116,6	2,39	3	2,65
K276	VG	4,4	M	1,080	17,3	12,5	119,2	2,4	2,2	2,85
K279	VG	3,8	M	1,010	15,0	14,9	84,1	2,41	2,8	4,02
K280	VG	1,8	F	0,880	14,3	15,2	97,6	2,64	2,9	6,43
K283	VN	2,8	F	0,920	13,5	10,4	120,8	2,47	3,2	5,24
K286	VN	4,0	M	1,050	17,9	18,3	137,1	2,49	4	4,26
K287	VN	1,8	F	0,800	10,8	12,8	127,8	2,6	2,6	3,9
K290	VN	1,0	M	0,760	9,6	11,8	112	2,66	4	6,01
K293	VN	2,7	F	0,930	14,2	13,6	86,7	2,36	2,1	3,23
K294	VN	0,5	M	0,700	8,4	14,5	76,4	2,61	2,2	3,91
K297	VN	4,9	M	1,150	20,0	14,6	114,9	2,47	2,5	4,98
K300	OM	2,3	F	0,940	16,2	11,5	98,1	2,54	3,8	4,08
K303	VN	3,1	M	0,990	16,2	9,6	124,3	2,47	2,4	3,82
K307	VG	6,1	F	1,222	22,5	10,0	96,9	2,58	4	2,88
K311	OM	0,9	M	0,780	11,1	11,4	193,2	2,62	1,1	3,41
K314	VG	7,9	M	1,366	29,0	10,7	71,7	2,53	1,9	5,38
K315	VG	4,9	F	1,122	20,0	15,1	111	2,63	0,8	3,8
K316	VG	4,9	F	1,134	19,6	12,0	91	2,63	1,2	3,85
K317	VN	6,7	M	1,132	18,0	11,8	122,3	2,47	2,9	3,8
K320	OM	4,3	M	1,060	18,0	13,1	73,3	2,44	2	3,31
K321	OM	2,4	M	0,950	14,5	13,2	94,9	2,65	2,5	3,72
K327	VG	5,1	F	1,000	15,5	11,5	145,6	2,45	2,5	3,26

K328	VG	2,1	M	0,820	12,5	10,7	132,8	2,41	2	3,98
K331	OM	1,2	M	0,750	9,8	13,4	66,6	2,75	1,3	5,21