

**Univerzita Karlova**

**1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Nutriční specialista



**Bc. Ondřej Novák**

Příjem vápníku u jedinců s dietním omezením mléka a mléčných výrobků  
Calcium intake in individuals with dietary restrictions of milk and dairy foods

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: MUDr. Eva Meisnerová

Praha, 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně pod vedením MUDr. Evy Meisnerové a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. 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, 29.11.2019

Bc. Ondřej Novák

Podpis

### **Identifikační záznam**

NOVÁK, Ondřej. *Příjem vápníku u jedinců s dietním omezením mléka a mléčných výrobků. [Calcium intake in individuals with dietary restrictions of milk and dairy foods]*. Praha, 2019. 157 s., 3 přílohy. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, IV. interní klinika. Vedoucí práce Meisnerová Eva.

## Abstrakt

Diplomová práce si klade za cíl zmapovat příjem vápníku u jedinců s omezeným nebo úplně vyloučeným příjmem mléka a mléčných výrobků. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

Teoretická část vychází z velké části ze zahraničních vědeckých článků a popisuje vápník z mnoha pohledů. Informuje o celé řadě jeho funkcí v různých oblastech lidského těla, přibližuje jeho metabolismus a faktory, které ho ovlivňují. Stejně tak popisuje homeostázu a uvádí, co se stane, když dojde k jejímu narušení. Kromě toho práce rozvádí onemocnění související s poruchou kalciofosfátového metabolismu, jako jsou osteoporóza, osteomalacie a rachitida a mimo jiné i laktózovou intoleranci a alergii na bílkovinu kravského mléka, tedy onemocnění vyžadující restrikcí mléka a mléčných výrobků. Dále se v teoretické části můžeme dočíst o obsahu a využitelnosti vápníku v různých potravinách a najdeme zde i doporučené denní dávky s ohledem na věk a pohlaví jedince.

Praktická část se formou dotazníkového šetření snaží zjistit, jaký je příjem vápníku ve výzkumném souboru. Mimo jiné se zaměřuje na životní styl respondentů a s ním související rizikové faktory onemocnění jako je osteoporóza. V potaz bere i další rizikové faktory osteoporózy, zejména onemocnění a užívání léků s možným vlivem na kalciofosfátový metabolismus a také výskyt nízkozátěžových zlomenin. Neopomíná ani informovanost respondentů ohledně zásad příjmu zmíněného minerálu a v neposlední řadě zkoumá, zda účastníci výzkumu užívají suplementy obsahující vápník, neboť je to ve většině případů laktózové intolerance a alergie na bílkovinu kravského mléka nezbytné.

Výsledky ohledně příjmu vápníku vyšly znepokojivě. V porovnání s doporučeným příjmem stanoveným na 1000 mg dosahuje průměrná hodnota příjmu vápníku v souboru přibližně 467 mg za den, což není ani polovina doporučeného množství. U 18 % jedinců se denní příjem vápníku nevyšplhá ani na 200 mg za den. Na druhou stranu, výsledky vycházející z otázek týkajících se životního stylu respondentů a onemocnění a léků, které by mohli ovlivnit metabolismus vápníku, byly celkem uspokojivé. Ve výzkumném souboru převažovali nekuřáci, stejně tak dopadl abusus alkoholu. Většina respondentů provozuje pravidelně pohybovou aktivitu, má dostatečný pitný režim a dostatek spánku. BMI respondentů se také většinou pohybovalo v normě nebo v rozmezí nadváhy, rizikových hodnot dosahovala jen malá část souboru. Co se týče onemocnění a užívání léků s možným vlivem na metabolismus vápníku, jsou výsledné hodnoty rovněž optimistické.

**Klíčová slova:** vápník, výživa, osteoporóza, osteomalacie, rachitida, laktózová intolerance, alergie na bílkovinu kravského mléka

## Abstract

The goal of my master's thesis is to research calcium intake in individuals with partial or complete dietary restriction of milk and dairy products. The thesis is divided into theoretical and practical part.

The theoretical part mostly originates from foreign scholarly articles and describes calcium from various points of view. This part informs about calcium's functions in different parts of a human body, describes its metabolism and factors that could alter it. Furthermore, it describes homeostasis and results of homeostasis corruption. Additionally, this thesis analyses disorders related to calcium phosphate metabolism disorder like osteoporosis, osteomalatia and rachitis. Another disorder analyzed is lactose intolerance and cow's milk protein allergy which are disorders requiring restriction of milk and dairy products. The theoretical part also discusses content and efficiency of calcium in different articles of nutrition as well as daily recommended dosages appropriate for age and sex of individual.

The practical part consists of a questionnaire aimed at calcium intake in researched group. Among other things the questionnaire investigates lifestyle of respondents and lifestyle connected risk factors of disorders like osteoporosis. It considers other osteoporosis risk factors such as disorders, intake of medication altering calcium phosphate metabolism and occurrence of compression fractures. Discusses the knowledge of respondents of principles of calcium intake and researches if respondents are taking calcium supplements that are necessary in most cases of lactose intolerance and cow's milk protein allergy.

The calcium intake results were alarming. In comparison with recommended daily dosage of 1000 mg, the average dosage of calcium intake in participant is reaching only 467 mg per day, which is not even the half of recommended dosage. In 18% of participants the daily intake of calcium is lower than 200 mg per day. On the other hand, results coming from questions about lifestyle of respondents and medication and disorders that could alter the metabolism of calcium were satisfactory. Most respondents were non-smokers and didn't drink any alcohol. The majority of respondents regularly participates in physical activity, have good water intake and have enough sleep. The BMI of respondents was mostly in norm or in overweight spectrum, only a small part of the group was in risk numbers. Optimistic results were also found in answers concerning disorders and usage of medication with influence on calcium metabolism.

Key words: calcium, nutrition, osteoporosis, osteomalatia, rachitis, lactose intolerance, cow's milk protein allergy

## **Poděkování**

Děkuji MUDr. Evě Meisnerové za pomoc a ochotu při psaní diplomové práce. Také děkuji všem respondentům, kteří mi s ochotou vyplnili dotazníky a díky kterým jsem mohl zpracovat praktickou část této diplomové práce.

# Obsah

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část .....	10
2.1	Vápník v lidském těle.....	10
2.2	Funkce vápníku .....	10
2.2.1	Intracelulární funkce .....	10
2.2.2	Úloha vápníku v kostech a zubech .....	10
2.2.3	Úloha vápníku v trávicím systému .....	11
2.2.4	Úloha vápníku v nervovém systému.....	11
2.2.5	Úloha vápníku při hemokoagulaci .....	12
2.3	Metabolismus vápníku .....	13
2.3.1	Vstřebávání vápníku .....	13
2.3.2	Vylučování vápníku.....	16
2.4	Homeostáza vápníku .....	19
2.4.1	Hormony ovlivňující homeostázu vápníku.....	19
2.4.2	Poruchy homeostázy vápníku .....	26
2.5	Onemocnění související s poruchou kalciofosfátového metabolismu .....	31
2.5.1	Osteoporóza .....	31
2.5.2	Osteomalacie a rachitida .....	43
2.6	Onemocnění vyžadující omezení vápníku mléka a mléčných výrobků.....	47
2.6.1	Laktózová intolerance .....	47
2.6.2	Alergie na bílkovinu kravského mléka .....	52
2.7	Zdroje vápníku a jeho využitelnost .....	57
2.7.1	Vápník v potravinách živočišného původu.....	57
2.7.2	Vápník v potravinách rostlinného původu.....	57
2.7.3	Obsah vápníku ve vybraných potravinách a jeho využitelnost.....	58
2.7.4	Vápník v minerálních vodách .....	60
2.7.5	Suplementace vápníkem .....	61
2.8	Doporučený příjem vápníku.....	62
2.8.1	Potřeba vápníku v různých etapách života .....	63
3	Praktická část .....	66
3.1	Cíle výzkumu .....	66
3.2	Hypotézy výzkumu .....	66
3.3	Metody tvorby a analýzy dat.....	67
3.4	Výsledky výzkumu.....	69

3.5	Hodnocení denního příjmu vápníku ve výzkumném souboru .....	120
3.6	Hodnocení hypotéz.....	122
3.7	Diskuse.....	126
3.8	Závěr .....	130



# 1 Úvod

Vápník má v lidském organismu nezastupitelnou roli, a to nejenom v oblasti kostí a zubů. Tato minerální látka zastává celou řadu dalších funkcí, uplatňuje se při kontrakcích příčně pruhované a hladké svaloviny, srážení krve, neuromuskulární dráždivosti, enzymatických reakcích a při hormonální regulaci. Kromě toho má důležitou roli ve spojitosti s ději odehrávajícími se uvnitř buňky.<sup>[1,2]</sup> Proto je důležité dbát na jeho příjem, zejména, když je u jedince z nějakého důvodu nutná restrikce jeho nejlepších zdrojů, mléka a mléčných výrobků, z nichž má průměrný jedinec 50-70 % denního příjmu vápníku.<sup>[92, 93]</sup> V souvislosti s restrikcí této skupiny potravin je třeba zmínit dvě onemocnění, alergii na bílkovinu kravského mléka a laktózovou intoleranci. V následující práci si kladu za cíl zmapovat příjem vápníku právě u skupiny jedinců s omezeným nebo úplně vyloučeným příjmem mléka a mléčných výrobků.

Teoretická část vychází z velké části ze zahraničních vědeckých článků, které jsem si vyhledal prostřednictvím databází PubMed, Web of Science a také za pomoci centrálního vyhledávače UKAŽ. Má za úkol charakterizovat vápník z mnoha pohledů, zaměřuje se především na jeho funkce, metabolismus, kalciovou homeostázu a její poruchy, onemocnění související s poruchou kalciofosfátového metabolismu (osteoporóza, osteomalacie a rachitida), onemocnění vyžadující restrikci mléka a mléčných výrobků (laktózová intolerance a alergie na bílkovinu kravského mléka) a v neposlední řadě se zabývá obsahem a využitelností vápníku v různých zdrojích a doporučenými denními dávkami s ohledem na věk a pohlaví jedince.

Praktická část se formou dotazníkového šetření snaží zjistit, jestli příjem vápníku ve výzkumném souboru odpovídá doporučeným denním dávkám 1000 mg a tuto hranici jsem stanovil podle DACH (doporučení pro německy mluvící země určené pro Německo, Rakousko a Švýcarsko), které shledávám pro populaci České republiky nejvhodnější. Mimo jiné se tato část práce zaměřuje na životní styl respondentů a s ním související rizikové faktory onemocněních jako je osteoporóza. Neopomínají ani informovanost respondentů ohledně zásad příjmu zmíněného minerálu a v neposlední řadě zkoumá, zda účastníci výzkumu užívají suplementy obsahující vápník, neboť je to ve většině případů těchto onemocněních nezbytné. V potaz bere i onemocnění a užívání léků s možným vlivem na kalciofosfátový metabolismus.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Vápník v lidském těle

Vápník je minerální látka, která je pro organismus v mnoha směrech esenciálním prvkem. Tvoří přibližně 1,5 % celkové hmotnosti člověka, jedná se tedy o nejvíce zastoupenou minerální látku v lidském těle. Drtivá většina vápníku v těle, konkrétně 99 %, je obsažena v kostech a zubech. Zbylé 1 % se nachází v měkkých tkáních a tělních tekutinách. Nicméně, i přes tak velký nepoměr v rozložení má vápník nenahraditelnou roli i v jiných oblastech, než jsou kosti a zuby, například se uplatňuje při kontrakcích příčně pruhované a hladké svaloviny, trávení, neuromuskulární dráždivosti, srážení krve, hormonální regulaci a při enzymatických reakcích. Mimo jiné se uplatňuje i v celé řadě dějů uvnitř buňky.<sup>[1, 2, 3]</sup>

### 2.2 Funkce vápníku

#### 2.2.1 Intracelulární funkce

Uvnitř buňky hraje vápník důležitou roli u celé řady vnitrobuněčných dějů. Tyto děje jsou odpovědí buňky na nějaký podnět, ať už mechanický, chemický nebo elektrický, který pak skrze buněčnou membránu vysílá signál prostřednictvím mezibuněčných posílů k různým buněčným strukturám a enzymům. V této souvislosti vápník zastává nemalý počet signálních funkcí a podílí se například na buněčném dělení, akčním potenciálu buňky, na její strukturální integritě, kontrakci, motilitě a na zvýšení glykolýzy.<sup>[1, 2]</sup>

#### 2.2.2 Úloha vápníku v kostech a zubech

Vápník představuje nejhojněji zastoupený minerál v kostře člověka, průměrná kostra dospělého člověka ho obsahuje kolem 1200 g. Spolu s fosfáty a hořčíkem tvoří hlavní minerály anorganické složky kosti. Vyskytuje se zde zejména ve formě hydroxyapatitu, což je vápníkem a fosforem tvořená anorganická krystalická struktura, jenž dává kosti potřebnou tvrdost a pevnost. Správně mineralizovaná kost je pak základem správné funkce kostry spočívající především v ochraně vnitřních orgánů, opoře těla, krvetvorbě a umožnění pohybu. Kostra mimo jiné představuje důležitý rezervoár vápníku, díky čemuž je kostní metabolismus úzce spjatý s kalciovou homeostázou.<sup>[1, 2, 3, 4]</sup>

I v zubech, konkrétně v dentinu a zubní sklovině, se vápník vyskytuje ve formě hydroxyapatitu a přispívá tak k jejich potřebné tvrdosti a pevnosti. Kromě toho se vápník i fosfáty mohou ukládat také do zubního plaku, kde snižují demineralizaci zubní skloviny a tím pádem i riziko vzniku zubního kazu.<sup>[1]</sup>

### 2.2.3 Úloha vápníku v trávicím systému

V trávicím systému hraje důležitou roli v udržování optimální aktivity extracelulárních trávicích enzymů jako jsou proteázy, fosfolipázy a nukleázy. Dále dokáže skrze receptory pro kalcium (calcium-sensing receptory) vyskytující se v oblasti od žaludku až po tlusté střevo zvyšovat sekreci gastrinu v žaludku.<sup>[1]</sup>

### 2.2.4 Úloha vápníku v nervovém systému

Nervové buňky jsou elektricky excitovatelné a ve svých receptorech obsahují selektivní kalciové kanály, které se při depolarizaci na presynaptickém útvaru otvírají a tím zvyšují koncentraci vápníku v presynaptické aktivní zóně. Díky tomu pak vápenaté ionty spustí exocytózu u synaptických váčků a dochází k uvolnění neurotransmiteru do synaptické štěrby (například acetylcholinu), čímž se iniciuje synaptický přenos.<sup>[1, 88]</sup>

Za zmínku stojí i role vápníku při kontrakci příčně pruhované (kosterní, srdeční) a hladké svaloviny.<sup>[1]</sup>

Vápník ovlivňuje interakci těžkých (především myosinu) a lehkých (aktinu, troponinu a tropomyosinu) filament svalových vláken. U kosterní svaloviny akční potenciál indukuje rychlé uvolnění vápenatých kationtů ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy. Ty se pak vážou na troponin C přichycený k tropomyosinu, který obtáčí aktinový řetězec a zakrývá tím jeho aktivní místa. Vlivem vazby kalciových kationtů na troponin C dochází ke změně jeho konformace a posunutí tropomyosinu z aktivních míst aktinu, kam se následně vážou hlavy molekuly myosinu za vzniku tzv. můstků. Tato vazba mezi myosinem a aktinem má za následek vznik svalové kontrakce. Po kontrakci následuje relaxace, během které se v důsledku zpětného čerpání kalciovou ATPázou do sarkoplazmatického retikula koncentrace vápníku v sarkoplazmě snižuje. Podobně dochází ke svalové kontrakci i u srdeční svaloviny.<sup>[1,89, 90]</sup>

Průběh kontrakce hladké svaloviny probíhá jiným způsobem z důvodu absence troponinu. Mimo jiné v tomto případě vápník potřebný pro svalovou kontrakci pochází

především z extracelulární tekutiny, neboť sarkoplasmatické retikulum je u hladké svaloviny zakrnělé. Vápník se naváže na regulační protein kalmodulin, který je troponinu svou strukturou podobný. Tento komplex aktivuje myosinovou kinázu a dochází k fosforylaci myosinu, díky čemuž je myosin schopen tvořit s aktinem již zmíněné můstky a tím je umožněn vznik svalové kontrakce. Relaxace je pak navozena defosforylací myosinu.<sup>[1, 89, 90]</sup>

### 2.2.5 Úloha vápníku při hemokoagulaci

Hemokoagulace je proces představující kaskádu dějů, do kterých jsou zapojeny koagulační faktory (vápenaté ionty jsou dokonce jedním z nich – faktor IV). Jedná se o složitý systém vzájemných reakcí a vztahů, jehož výsledkem je trombinem katalyzovaná přeměna rozpustné plazmatické bílkoviny fibrinogenu na nerozpustný fibrin, který vytváří odolnou síť tvořící základ krevní sraženiny. Kalciové ionty spolu s fosfolipidy mají v tomto směru nezastupitelnou roli, neboť se uplatňují jak ve vnější, tak i ve vnitřní cestě procesu hemokoagulace, a to u nemalého počtu dějů. U vnější cesty mají vliv na interakce mezi tkáňovým faktorem a faktorem VII a podílí se na aktivaci faktoru X. U vnitřní cesty se podílí na aktivaci faktorů IX, X a VIII. Kromě toho jsou kalciové ionty potřebné ke konverzi protrombinu na trombin.<sup>[1, 91]</sup>

## 2.3 Metabolismus vápníku

Vápník přijímáme ve stravě, doporučená denní dávka pro dospělého člověka činí kolem 1000 mg na den. Nicméně, jeho potřeba se za různých okolností mění a například u dospívajících nebo u žen po menopauze jsou nároky na příjem vápníku vyšší než u průměrného dospělého člověka.<sup>[1, 2]</sup>

### 2.3.1 Vstřebávání vápníku

#### 2.3.1.1 Fyziologie a mechanismus vstřebávání vápníku

Resorpce vápníku probíhá současně s jeho sekrecí (rozdíl mezi sekrecí a resorpcí na úrovni střeva se pohybuje okolo 100 mg). Fyziologicky se pohybuje v rozmezí 25–40 % a za určitých okolností může být vyšší nebo naopak nižší. Například v období dospívání, gravidity nebo laktace je resorpce vápníku ve střevě vyšší než u průměrného dospělého člověka.<sup>[1, 2]</sup> Vstřebávání probíhá dvěma hlavními mechanismy. Uskutečňuje se jednak aktivním transcelulárním transportem probíhajícím převážně v duodenu a v proximálním jejunu, jednak pasivním paracelulárním transportem, který se uskutečňuje jak v tenkém, tak tlustém střevě.<sup>[2, 5, 6]</sup>

Aktivní transport začíná vstupem vápníku přes kartáčový lem zprostředkovaným transmembránovým proteinem TRPV6 (dříve CaT1). Následuje fáze nitrobuněčné difúze, která je zajišťována cytoplasmatickým kalcium vázajícím proteinem kalbindinem, jenž dostává vápník k bazolaterální membráně buněk. Odtud je vyloučen přes kalciovou pumpu ( $\text{Ca}^{2+}$  ATPáza) z buňky ven. Částečně se na tomto procesu podílí i  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  výměnná pumpa. Biosyntéza kalbindinu a funkce transmembránového proteinu TRPV6 jsou vitamin D – dependentní. V případě nadměrného příjmu vápníku dochází ke snížení senzitivity buněk vůči aktivnímu vitaminu D, omezení funkce a tvorby výše zmíněných proteinů a celkový podíl aktivního transportu na resorpci vápníku se snižuje. To platí i naopak, kdy se vlivem nedostatečného příjmu vápníku úloha transcelulárního transportu zvyšuje.<sup>[1, 5, 6]</sup> Aktivní transport je regulován hladinou ionizovaného kalcia v krvi, která by se měla pohybovat mezi 1,1 – 1,3 mmol/l. Pokud koncentrace klesne pod 1,1 mmol/l, aktivní transport se zvyšuje a naopak, při překročení hodnoty 1,3 mmol/l se snižuje.<sup>[1]</sup>

Pasivní transport probíhá ve směru koncentračního gradientu a vápník je transportován ze střevního lumen do paracelulárního prostoru jednak přímo, jednak uvolněním

z lyzozomu enterocyty.<sup>[2]</sup> Na rozdíl od transcelulárního transportu není závislý na fyziologickém a nutričním stavu jedince a absorpce vápníku tímto mechanismem roste s jeho rostoucím příjmem.<sup>[1]</sup> Mimo jiné zde hraje roli i rychlost střevní pasáže. Čím je rychlost střevní pasáže menší, tím větší je doba pobytu chymu v určitém střevním segmentu a tím pádem se zvyšuje i podíl pasivního transportu. Místem nejdelšího pobytu chymu je ileum, zde je resorpce vápníku největší.<sup>[5]</sup>

### 2.3.1.2 Faktory ovlivňující vstřebávání vápníku

Resorpci vápníku ovlivňuje celá řada faktorů. Z těch fyziologických je nutno zmínit věk jedince, kdy například v dětském věku, v období rychlého růstu, může resorpce kalcia dosahovat hodnot až 75 %. Naopak ve vyšším věku se vstřebávání vápníku snižuje, a to z důvodu poklesu senzitivity receptorů buněk pro cirkulující kalcitriol (aktivní formu vitamínu D).<sup>[1, 2]</sup> Jak už bylo zmíněno výše, vliv na resorpci mají i období těhotenství a laktace, kdy je resorpce zvýšená. Neměli bychom opomenout ani různá onemocnění, která mohou vstřebávání výrazně omezit.<sup>[1]</sup> Jedním z faktorů hrajících roli v resorpci vápníku je genetika.<sup>[2]</sup>

U vstřebávání kalcia mimo jiné záleží na pH okolního prostředí, kdy alkalické pH ve střevě resorpci významně zvyšuje.<sup>[2]</sup>

Dalším fyziologickým faktorem je působení vegetativního nervového systému, konkrétně parasympatiku. Parasympatický nervový systém stimuluje trávicí trakt, zvyšuje sekreci trávicích šťáv v žaludku a ve střevě a vytváří tak lepší podmínky pro vstřebávání kalcia.<sup>[2]</sup>

Pozitivní vliv na vstřebávání vápníku má celá řada hormonů. Za zmínku stojí estrogeny, inzulin, prolaktin, serotonin nebo parathormon. Na druhou stranu například glukokortikoidy mají na resorpci negativní vliv, stejně tak působí i nadměrná produkce hormonů štítné žlázy.<sup>[1, 2]</sup>

Z nutričních faktorů má neopomenutelný význam vitamin D, neboť je nezbytný pro funkci transcelulárního transportu. Uplatňuje se například při biosyntéze kalcium vázajícího proteinu kalbindinu a kromě toho je potřebný pro funkci transmembránového proteinu TRPV6.<sup>[5]</sup> Bez vitamínu D se vstřebá přibližně 10 – 15 % vápníku přijatého ze stravy.<sup>[7]</sup>

Tuky mohou také ovlivnit resorpci vápníku, především u jedinců trpících poruchou jejich vstřebávání. Vlivem malabsorpce se zvyšuje obsah tuků ve stolici a snižuje

se vstřebatelnost vápníku, protože mastné kyseliny, především nasycené mastné kyseliny, vytváří s vápníkem nerozpustné komplexy (nerozpustná mýdla).<sup>[1]</sup> Opačný účinek mohou mít některé mastné kyseliny s krátkým řetězcem (octová, propionová, máselná), které vznikají fermentací vlákniny.<sup>[2]</sup>

Bílkoviny, pokud se přijímají v doporučeném množství 0,8 – 1 g/kg, vstřebávání vápníku ve střevě nijak významně nezvyšují.<sup>[2]</sup> Mohou však zvýšit rozpustnost vápníku stimulací produkce žaludeční kyseliny a zvýšit tak jeho biologickou dostupnost. Navíc některé produkty trávení bílkovin, například kasein, mohou skrze přímé interakce s vápníkem zvýšit jeho resorpci.<sup>[8]</sup> Existují studie, jejichž výsledky potvrzují zvýšené vstřebávání vápníku při dietě s vysokým příjmem bílkovin (porovnávaly například skupiny jedinců s příjmem 1,5 – 2 g/kg bílkovin se skupinou jedinců s běžným příjmem 0,5 – 1 g/kg). Nicméně, kromě zmíněného účinku bylo u těchto jedinců zjištěno i zvýšené vylučování vápníku močí.<sup>[9, 10]</sup> Jiné studie vliv vysokého příjmu proteinů na vstřebávání vápníku nepotvrzují, i zde však byla zaregistrována zvýšená ztráta vápníku močí.<sup>[11, 12]</sup>

Sacharidy, s výjimkou vlákniny, resorpci vápníku podporují. V této souvislosti se uvádí především laktóza, ale také třeba glukóza a manitol.<sup>[2]</sup> Obecně příjem vysokého množství vlákniny vstřebávání kalcia zhoršuje.<sup>[13]</sup> V tomto případě ale záleží na tom, jaké množství vlákniny bylo přijato a kolik vlákniny bylo v tlustém střevě fermentováno na mastné kyseliny s krátkým řetězcem.<sup>[2]</sup>

Alkohol a kofein působí na vstřebávání vápníku negativně. Kofein, mimo jiné, zvyšuje i jeho sekreci, uvádí se, že ztráty vápníku způsobené kofeinem se pohybují kolem 5 mg kalcia na jeden hrnek kávy.<sup>[1, 14]</sup> Chronický abusus alkoholu může mít za následek toxické poškození jaterního parenchymu a poškození jeho funkce hydroxylace vitamínu D na 25-hydroxycholecalciferol. Ten je potřebný pro konverzi na 1,25-dihydroxyvitamin D, který má nenahraditelnou roli během resorpce vápníku.<sup>[15, 16]</sup>

Dalšími prvky, které mohou ovlivnit vstřebávání vápníku, jsou hořčík a fosfor. Negativní vliv mohou mít v případě dávek převyšujících násobky doporučené denní dávky. V rozmezí doporučeného příjmu za den (300–400 mg/den) nemá hořčík na resorpci vápníku zvlášť významný vliv. Fosfor významně snižuje vstřebávání vápníku, pokud je jeho příjem větší, než je dvojnásobek doporučeného denního příjmu vápníku. Pokud je ale přijímán v adekvátním množství (500–1300 mg/den), tvoří fosfor s vápníkem

sloučeninu nazývající se kalciumfosfát, který je ve střevě velmi dobře vstřebatelný.<sup>[2, 17, 18, 19]</sup>

V neposlední řadě je třeba zmínit i příjem kyseliny fytové (luštěniny, olejniny, cereálie) nebo kyseliny šťavelové (špenát, červená řepa, rebarbora), které tvoří s vápníkem a jinými minerálními látkami, pokud jsou přijímány současně, nerozpustné komplexy a snižují jejich vstřebatelnost.<sup>[2, 20, 21]</sup> Podobně může působit i vysoký příjem zinku a železa.<sup>[2]</sup>

S nutričními faktory souvisí i další aspekty životního stylu, a to pohyb a kouření. Kouření je známé spoustou negativních účinků na lidský organismus a jedním z nich je i snižování vstřebávání vápníku ve střevě. V případě pohybu má škodlivý účinek nadměrná fyzická zátěž.<sup>[2]</sup>

Kromě nutričních a fyziologických faktorů ovlivňují vstřebávání kalcia i některé léky. Mezi léky snižující resorpci patří například thiazidová diuretika, inhibitory protonové pumpy, antacida obsahující sloučeniny hliníku, antikonvulziva (skrže inhibici metabolismu vitamínu D v játrech), antikoagulantia a některé tetracykliny (například doxycyklin, který vytváří s vápníkem obtížně vstřebatelné soli).<sup>[2, 18, 22]</sup> Naopak třeba verapamil (blokátor kalciových kanálů) resorpci vápníku ve střevě zvyšuje, stejně tak například kličkové diuretikum furosemid, které ale zároveň zvyšuje exkreci vápníku ledvinami.<sup>[2]</sup>

## 2.3.2 Vylučování vápníku

### 2.3.2.1 Fyziologie a mechanismus vylučování vápníku

Většina vápníku se vylučuje především v moči a ve stolici. Tento prvek však může být vylučován i jinými způsoby, například potem, v tomto případě jde ale o velmi malé ztráty. Exkrece vápníku stolicí a potem se souhrnně označuje jako endogenní vylučování vápníku a v porovnání se ztrátami močí se s přibývajícím věkem (od dospělosti) nijak významně nemění.<sup>[14]</sup>

Stolicí se vylučuje vápník, který se nevstřebal ve střevě. V tomto případě činí denní ztráty u dospělých jedinců přibližně 2,1 mg vápníku na kg tělesné hmotnosti za den, u dětí se ztráty ve střevě pohybují kolem hodnoty 1,4 mg/kg za den.<sup>[14]</sup>



Vápník se v krevním oběhu vyskytuje ve 3 formách: jako ionizovaný, vázaný na bílkovinu nebo komplexně vázaný (hydrogenuhličitan, fosforečnan, citrát). Co se týče jeho vylučování ledvinami, pouze ionizovaný vápník je ze zmíněných forem filtrovatelný, a tudíž jako jediný může být za fyziologických podmínek vylučován močí. Jeho množství v krevním séru dosahuje až 47 %.<sup>[2]</sup> Téměř 98 % vápníku v glomerulárním filtrátu je zpětně resorbováno transcelulárním (aktivním) nebo paracelulárním (pasivním) transportem. Množství resorbovaného kalcia závisí na pohlaví, věku, hormonálním statusu a také na množství přijatých bílkovin, fosforu, sodíku a draslíku ve stravě. Resorpce se uskutečňuje v proximálním tubulu, Henleově kličce i v distálním tubulu. V menší míře se uplatňuje i sběrný kanálek. Ztráty vápníku močí u průměrného dospělého zdravého jedince dosahují hodnoty kolem 5 mmol za den.<sup>[1, 2, 14]</sup>

V proximálním kanálku se vstřebá až 70 % vápníku z glomerulárního filtrátu, převážně paracelulárním transportem (tvoří 80–85 % celkového transportu v proximálním tubulu, zbylých 15–20 % tvoří transcelulární transport).<sup>[2, 14]</sup>

V Henleově kličce, konkrétně v její vzestupné části, naopak dominuje zpětné vstřebávání vápníku skrze aktivní transport. Resorbuje se zde 20–25 % vápníku z glomerulárního filtrátu. V této části kličky se nachází receptory pro kalcium (tzv. calcium – sensing receptory) regulující jeho homeostázu. Receptory reagují na množství kalcia v extracelulární tekutině a pomáhají udržet jeho hladinu v těsném fyziologickém rozmezí ovlivněním sekrece parathormonu. V případě vysokého množství ionizovaného vápníku v extracelulární tekutině aktivují tyto receptory signální dráhy vedoucí ke snížení resorpce vápníku v Henleově kličce a naopak, pokud je jeho množství nízké, receptory aktivují signální dráhy vedoucí ke zvýšenému zpětnému vstřebávání v této oblasti.<sup>[2, 14, 23]</sup>

V distálním tubulu také převažuje aktivní transport probíhající prostřednictvím iontových kanálků TRPV5 (Transient receptor potential cation channel subfamily V member 5). Tento proces kromě parathormonu a kalcitoninu ovlivňují i kalcitriol a estradiol. Podíl na celkovém zpětném vstřebávání z glomerulárního filtrátu se pohybuje v rozmezí 7–10 %.<sup>[2, 14]</sup>

Sběrný kanálek se může podílet také na zpětné resorpci, a to pasivním transportem s podílem 3–7 % zpětně vstřebovaného vápníku z glomerulárního filtrátu.<sup>[2, 14]</sup>

### 2.3.2.2 Faktory ovlivňující vylučování vápníku ledvinami

Jak už bylo zmíněno výše, existuje celá řada faktorů ovlivňujících vylučování vápníku ledvinami.

S rostoucím věkem se postupně zhoršuje funkce ledvin a celkové ztráty vápníku se zvyšují, například v důsledku snížení aktivity 1-hydroxylázy. Na druhou stranu může docházet paradoxně i ke snížení ztrát kalcia, a to vlivem zhoršené filtrace v ledvinách. Celkově však ve vyšším věku převažují zvýšené ztráty vápníku.<sup>[14]</sup>

Bílkoviny, pokud se přijímají v doporučeném množství, ovlivňují exkreci vápníku pozitivně.<sup>[1]</sup> Pokud je ale konzumujeme nadměrném množství, může dojít ke zvýšeným ztrátám vápníku močí.<sup>[9, 10, 11, 12]</sup> Mimo jiné, nadměrný příjem proteinů se podílí na vzniku metabolické acidózy, která kromě negativního efektu na vylučování vápníku (zvýšená kalcieurie) má i negativní efekt na jeho vstřebávání ve střevě a mineralizaci kostí.<sup>[8]</sup>

Podobně jako u bílkovin, příjem fosforu v adekvátním množství působí v souvislosti s exkrecí kalcia pozitivně. Může dokonce minimalizovat ztráty vápníku při nadměrné konzumaci bílkovin. Naopak v neadekvátním množství (dvojnásobek doporučené denní dávky vápníku a více) je fosfor spojen se zvýšenými ztrátami vápníku ledvinami.<sup>[1, 2, 17]</sup>

Sodík s vápníkem soutěží o zpětné vstřebávání v renálních tubulech, tudíž jeho nadměrný příjem ve formě chloridu sodného má za následek zvýšené ztráty kalcia. Nárůst sodíku ve stravě o 1000 mg, znamená zvýšení ztrát vápníku močí přibližně o 20 mg. Draslík v této souvislosti působí opačně a negativní efekt vysokého příjmu soli dokáže negovat.<sup>[17]</sup>

Jak už bylo výše zmíněno, exkrece kalcia je ovlivňována parathormonem, kalcitoninem a kalcitriolem. Parathormon a kalcitriol množství vyloučeného vápníku ledvinami snižují a kalcitonin ho naopak zvyšuje.<sup>[6]</sup>

Některé léky se také mohou podílet na zvýšených nebo snížených ztrátách kalcia ledvinami. Jedná se například o kličková diuretika (například furosemid), která ztráty zvyšují, nebo thiazidová diuretika, která mají opačný účinek.<sup>[6]</sup>

## 2.4 Homeostáza vápníku

Hladina sérového kalcia se za fyziologických podmínek pohybuje v rozmezí 2,2-2,6 mmol/l. Toto rozmezí je nutno udržet pro správný chod celé řady fyziologických procesů v lidském těle, jako je například kostní metabolismus, krevní srážlivost, svalová kontrakce a mnoho dalších.<sup>[1, 24]</sup>

V séru je vápník přítomen ve třech formách. Jednou z nich je ionizovaný vápník (47 %, hladina v séru v rozmezí 1,1-1,3 mmol/l), který je nejpresnějším ukazatelem hladiny sérového kalcia. Právě ten je biologicky nejaktivnější a jako jediný schopný difundovat přes biologické membrány. Uplatňuje se u řady buněčných aktivit a je nezbytný pro srážení krve, svalovou kontrakci a pro správnou funkci nervů. Další formou je vápník vázaný na bílkovinu, nejčastěji na albumin (39 %). Tato forma není volně rozpustná. Menší část (cca 14 %) je zastoupena kalcium vázaným v komplexech s citrátem, sulfátem, fosforečnanem nebo hydrogenuhličitanem.<sup>[1, 2, 24]</sup>

Fyziologické hodnoty vápníku v krevní plazmě jsou udržovány třemi hlavními hormony, parathormonem, kalcitoninem a 1,25-dihydroxyvitaminem D. Regulace probíhá na základě zpětnovazebných interakcí prostřednictvím receptorů lokalizovaných ve střevě, v ledvinách a v kostech.<sup>[25]</sup>

### 2.4.1 Hormony ovlivňující homeostázu vápníku

#### 2.4.1.1 Parathormon

Parathormon (PTH) je peptid skládající se z 84 aminokyselin, syntetizovaný v ribosomech hlavních buněk příštítných tělísek. Nejdříve vzniká jako pre-pro-PTH (115 aminokyselin), který je následně v endoplazmatickém retikulu a v Golgiho aparátu enzymaticky štěpen na pro-PTH (90 aminokyselin) a poté na finální PTH o 84 aminokyselinách. K jeho sekreci dochází na základě negativní zpětné vazby, kdy pokles hladiny ionizovaného vápníku v plazmě zvyšuje sekreci parathormonu, a naopak jeho vzestup sekreci parathormonu snižuje. Kromě poklesu hladiny vápníku jeho sekreci indukuje například snížená hladina hořčíku (hypomagnezémie), zvýšené hladiny fosforu (hyperfosfatémie), snížená hladina 1,25-dihydroxyvitaminu D a  $\beta$ -adrenergní stimulace. Vliv mají i  $\alpha$ -adrenergní stimulace a prostaglandiny, které sekreci PTH inhibují.<sup>[26, 27]</sup>

Sekrece parathormonu probíhá v impulzech a je prokázána její závislost na cirkadiánním rytmu s vyšším uvolňováním v noci. Prokázána je i provázanost s věkem, kdy ve vyšším věku vlivem snížené střevní resorpce vápníku dochází ke zvýšené tvorbě a uvolňování PTH z příštítných tělísek. To může být jeden z faktorů pozdějšího vzniku osteoporózy.<sup>[27]</sup>

Jak už bylo zmíněno, k sekreci parathormonu dochází na základě negativní zpětné vazby. Ta je zprostředkována receptory pro kalcium (tzv. calcium-sensing receptory, CaSR), které jsou spřaženy G-proteiny (GPCR). Ty zajišťují přenos extracelulárních signálů do buňky.<sup>[23]</sup>

Calcium-sensing receptor se vyskytuje hojně v ledvinách a příštítných tělískách. V ledvinách reguluje zpětnou resorpci kalcia a v příštítných tělískách má důležitou úlohu v souvislosti s uvolňováním parathormonu. Nicméně, tento receptor se vyskytuje ve spoustě dalších tkáních, a to i v těch, které se na regulaci kalciového metabolismu nepodílejí. Vyskytuje se například v kostech, kde ovlivňuje jak osteoblasty a chondrocyty, tak i osteoklasty. Ve štítné žláze zase kontroluje sekreci kalcitoninu. Nalezneme je i v epitelálních buňkách střeva nebo v placentě, kde zajišťují transport vápníku z matky do plodu. Z tkání, které nejsou spřažené s homeostázou vápníku a obsahují calcium-sensing receptor, je nutno zmínit například pankreas, jícen, žaludek, prsní žlázy, vaječníky, varlata, prostatu, hypofýzu, kůži, epitel čočky, mozek a srdce. Z toho vyplývá, že CaSR se účastní velmi širokého spektra biologických procesů.<sup>[23, 26, 27]</sup>

V souvislosti s ovlivňováním kalciové homeostázy je důležité působení PTH ve střevech, ledvinách a v kostech. Účinek je zprostředkován skrze PTH receptory typu 1 a 2 (PTHr1 a PTHr2), které se od sebe odlišují podle toho, jakou částí se na ně parathormon naváže. Na PTHr1 se parathormon váže N-terminální částí, na PTHr2 C-terminální částí.<sup>[27]</sup>

V kostech působí parathormon anabolicky i katabolicky. Anabolický účinek spočívá v přímé stimulaci činnosti osteoblastů skrze receptory pro PTH a tím pádem podporuje novotvorbu kosti. Katabolický účinek vzniká nepřímou stimulací aktivity osteoklastů a zvýšením odbourávání kostí. Osteoklasty jsou stimulovány nepřímo, protože neobsahují receptory pro parathormon a ke stimulaci dochází skrze osteoblasty, konkrétně přes jejich prekurzory, zvané preosteoblasty.<sup>[26, 27]</sup>

V ledvinách působí parathormon hned několika způsoby. Zvyšuje zpětné vstřebávání vápníku v distálním tubulu a tlusté části vzestupného raménka Henleovy kličky. Zároveň

snižuje zpětnou tubulární resorpci fosfátů, k čemuž dochází proto, aby nedocházelo k současnému vzestupu jak hladiny vápníku, tak i fosforu, za současného vzniku fosforečnanu vápenatého, který může v nadměrném množství poškozovat různé orgány. Mimo jiné se parathormon uplatňuje při konverzi kalcidiolu na kalcitriol, čímž nepřímo zvyšuje vstřebávání vápníku, fosfátů a hořčíku ve střevě.<sup>[27]</sup>

Existuje ještě takzvaný parathormonu podobný protein (PTH-related peptid, PTHrP), který má s parathormonem společný genetický původ. Jeho molekula je s molekulou parathormonu podobná zejména v oblasti N-terminální části, díky čemuž se může navázat na PTHRP1 receptory a vykazovat celou řadu společných účinků s parathormonem. Má hyperkalcemizující účinek a v řadě případů je zodpovědný za hyperkalcemii u malignit.<sup>[27, 28]</sup>

#### 2.4.1.2 Kalcitonin

Kalcitonin je hormon skládající se z 32 aminokyselin produkovaný parafolikulárními buňkami (C-buňkami) štítné žlázy. K jeho sekreci dochází v případě zvýšených hladin vápníku v krvi, tím zabraňuje vzniku hyperkalcémie. Je tedy antagonistou vůči parathormonu. Snížení hladiny vápníku je v tomto případě docíleno hned několika způsoby. Inhibuje aktivitu osteoklastů, které odbourávají kostní tkáň a uvolňují vápník z kosti do krve. V ledvinách podporuje vylučování vápníku a fosfátů do moči, a to snížením jejich tubulární reabsorpce. Mimo jiné ovlivňuje i metabolismus vitamínu D. Přímou stimulací transkripce genu 1-alfa-hydroxylázy v proximálním tubulu podporuje přeměnu 25-hydroxyvitamínu D<sub>3</sub> na 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>.<sup>[1, 29, 30, 31]</sup> Kalcitonin se v minulosti užíval i v terapii osteoporózy, převážně ve formě nasálního spreje. Kromě zmíněných účinků byl vyzdvihován i pro analgetický efekt. Nicméně, kvůli nežádoucím účinkům byl zcela stažen z trhu a v současné době se nevyužívá.<sup>[32]</sup>

#### 2.4.1.3 Vitamin D

Vitamin D (kalciferol) patří do skupiny vitaminů rozpustných v tucích a vyskytuje se především v potravinách živočišného původu (rybí tuk, žloutky, játra, mléko), ale také například v houbách. Nicméně, ve střední Evropě se v běžných potravinách vyskytuje přirozeně pouze v malém množství a celá řada potravin se jím fortifikuje nebo je užíván ve formě doplňků stravy. Jeho hlavním zdrojem je však ultrafialová složka slunečního záření, která indukuje syntézu vitamínu D v kůži a která dokáže zajistit více než 90 % potřebného množství kalciferolu v organismu. Záleží však na zeměpisné šířce, v jaké

se jedinec vyskytuje, na době strávené na slunci, používání ochranných krémů, životním stylu a v neposlední řadě na věku (v období stáří může schopnost tvorby vitamínu D v kůži klesnout až o 75 %).<sup>[14, 33, 34]</sup>

Vyskytuje se především ve dvou formách, ergokalciferol (vitamin D<sub>2</sub>) a cholekalciferol (vitamin D<sub>3</sub>), které se od sebe liší pouze strukturou postranního řetězce, z hlediska funkce v lidském těle se však neliší. Ergokalciferol se vyskytuje v potravinách rostlinného původu, cholekalciferol je obsažen v potravinách živočišného původu a mimo jiné se v této formě tvoří i v kůži z 7 - dehydrocholesterolu působením slunečního záření. V dnešní době jsou obě tyto formy komerčně syntetizovány a využívány jak k obohacení potravin, tak i k výrobě doplňků stravy.<sup>[14]</sup>

Vitamin D (D<sub>2</sub> i D<sub>3</sub>) se po přijetí v potravě nebo po syntéze v kůži vyskytuje v neaktivní formě a musí projít dvěma enzymatickými reakcemi, konkrétně dvěma hydroxylacemi, aby byl biologicky aktivní. První hydroxylace je zprostředkována 25 – hydroxylázou a probíhá v jaterní tkáni (je zajišťována systémem cytochromu P450). Dává vznik 25–hydroxyvitamínu D, jenž se pak dostává do ledvin, kde probíhá druhá hydroxylace. Ta je katalyzována 1 $\alpha$  – hydroxylázou za vzniku 1,25 – dihydroxyvitamínu D, biologicky aktivního hormonu, který nese název kalcitriol. Ten se pak v různých tkáních váže na receptory pro vitamin D (vitamin D receptor, VDR) a plní celou řadu rozmanitých funkcí.<sup>[14, 34]</sup>

Tvorba biologicky aktivního vitamínu D je regulována ovlivňováním aktivity 1 $\alpha$  – hydroxylázy. Ta je stimulována hned několika cestami. Jednou z nich je nízká hladina vápníku nebo fosfátů v krvi. Mimo jiné její aktivitu podporuje i parathormon a kalcitonin. Opačný účinek má fibroblastový růstový faktor 23 (fibroblast growth factor – 23, FGF23). [31 ,34] Samotná existence 1,25 – dihydroxyvitamínu D v krevní plazmě ovlivňuje funkci 1 $\alpha$  – hydroxylázy negativně. Existence zmíněného enzymu je kromě ledvin popsána i v dalších tkáních, například v kůži, v kostní tkáni nebo makrofázích. V jaké míře se v těchto tkáních tvoří aktivní vitamin D není ale známo.<sup>[14, 34]</sup>

V krvi cirkuluje vitamin D vázaný na vitamin D vázající protein (vitamin D binding protein, DBP). Nejvíce zastoupenou formou je 25 – hydroxyvitamin D, který je zároveň nejlepším ukazatelem saturace organismu vitaminem D, protože oproti 1,25–dihydroxyvitamínu D má poměrně dlouhodobou stabilní koncentraci v krevní plazmě.<sup>[14, 34]</sup> Doporučená denní dávka vitamínu D se pohybuje kolem 800 IU, pro starší

populaci může narůst až na dávku 2000 IU. Předpokládá se, že lepší je ho přijímat ve formě vitamínu D<sub>3</sub> z důvodu delšího a pravděpodobně i efektivnějšího účinku. Nicméně, z hlediska příjmu je zásadní docílit dostatečné hladiny 25 – hydroxyvitamínu D, která se pohybuje v rozmezí 50–75 nmol/l. Pro zajímavost uvádím, že například denní dávka vitamínu D<sub>3</sub> v množství 1160 IU je potřebná k dosažení hladiny kalcidiolu v rozmezí 60–80 nmol/l.<sup>[33, 34]</sup>

Z hlediska funkce se kalcitriol uplatňuje zejména v kalciofosfátovém metabolismu. Zvyšuje hladinu ionizovaného kalcia v krevní plazmě třemi různými mechanismy.<sup>[14]</sup> Za prvé ve střevě zvyšuje produkci proteinu calbindinu (calcium – binding protein), který zajišťuje aktivní přenos vápníku do střevních buněk, odkud se dostává do systémové cirkulace. Zvyšuje tedy vstřebávání kalcia v celé délce střeva, nejvíce však působí v duodenu a jejunu. Kromě toho podporuje i vstřebávání fosfátů.<sup>[14, 34]</sup> Za druhé se společně s parathormonem podílí na uvolňování kalcia z kostí. Usnadňuje totiž tvorbu osteoklastů stimulací sekrece RANK (receptor-activator of nuclear factor –κB) proteinu, který je zodpovědný za osteoklastogenezi a resorpci kosti.<sup>[14, 34]</sup> Za třetí spolu s parathormonem stimuluje zpětné vstřebávání vápníku v distálních tubulech ledvin.<sup>[14]</sup>

Neuplatňuje se však jen v kalciofosfátovém metabolismu. Dle nových poznatků může mít význam například v onkologii. 1,25 – dihydroxyvitamínu D je jedním z iniciátorů diferenciaci a apoptózy maligních buněk a zároveň inhibuje proliferaci buněk. Zmíněné účinky byly pozorovány u kolorektálního karcinomu, karcinomu prostaty a mléčné žlázy. Dle některých zdrojů dokonce dokáže snížit úmrtnost na karcinom až o 29 %, a to snížením invazivity a angiogeneze nádoru.<sup>[33, 35]</sup>

Mimo jiné byl zjištěn jeho příznivý účinek na kardiovaskulární systém. I v tomto případě existují studie potvrzující potenciál snížit mortalitu i morbiditu kardiovaskulárních onemocnění. Deficit vitamínu D je podle mnoha studií spojen se zvýšeným rizikem vzniku hypertenze, srdečního selhání a ischemické choroby srdeční. Navíc při nedostatku tohoto vitamínu dochází ke zvýšené aktivitě systému renin – angiotensin – aldosteron, který zvyšuje krevní tlak a tím může negativně ovlivňovat srdečně cévní systém.<sup>[33, 34, 36, 37]</sup>

Co se týče účinků na imunitní systém, Vitamin D se podílí na indukci antimikrobiálního peptidu cathelicidinu, který hraje důležitou roli v ochraně vůči infekci *Mycobacterium tuberculosis*. Dokonce byla potvrzena souvislost mezi hypovitaminózou D a častějším

výskytem autoimunitních onemocnění, zejména autoimunitní encefalitidy, zánětlivých střevních onemocnění, roztroušené sklerózy a lupu erythematoses.<sup>[33, 34]</sup>

Souvislosti byly nalezeny i s diabetem 1. typu, kdy vitamin D ovlivňuje pozitivně jeho incidenci, a diabetem 2. typu, kde je pozitivní efekt zaznamenán v podobě snižování glukózové intolerance.<sup>[33, 34]</sup>

Kromě zmíněných se uvádí i příznivý účinek na svalovou sílu, kdy nedostatek vitamínu D může znamenat snížení svalové síly, především ve stáří, a to úbytkem svalových vláken II. typu. Nicméně tato tvrzení zatím nejsou dostatečně průkazná.<sup>[34]</sup>

Deficit vitamínu D je spojen s celou řadou zdravotních komplikací. Dlouhodobý nedostatek způsobený především nedostatečnou expozicí jedince slunečnímu záření má u dětí za následek vznik onemocnění zvaného rachitis (křivice). U dospělých se pak podílí na vzniku osteomalacie a mimo jiné je tento deficit významným rizikovým faktorem osteoporózy. Hypovitaminoza D však přispívá i k poruchám imunity, diferenciaci buněk nebo ke kardiovaskulárním komplikacím.<sup>[38]</sup>

#### 2.4.1.4 Ostatní hormony podílející se na homeostáze vápníku

Dalšími hormony, které v souvislosti s kalciovou homeostázou stojí za zmínku, jsou estrogeny, glukokortikoidy, hormony štítné žlázy, inzulín a růstový hormon. Jejich vliv na kalciový metabolismus je uveden v Tabulce 1.



Tabulka 1 Ostatní hormony podílející se na homeostáze vápníku<sup>[1, 2, 15, 39, 40, 41, 43]</sup>

Název hormonu	Efekt na kostní metabolismus
Glukokortikoidy	Ve zvýšeném množství snižují zpětné vstřebávání vápníku v ledvinách, jeho vstřebávání ve střevě, inhibují syntézu kalcium vázajícího proteinu, syntézu osteoblastů a osteocytů a také jejich diferenciaci. <sup>[39, 40]</sup>
Estrogen	Ve fyziologickém množství inhibuje osteoklasty a potlačuje odbourávání kosti. Mimo jiné působí příznivě na vstřebávání vápníku ve střevě. Nedostatek estrogenů vede k poruše transkripčních regulací, zvýšenému dozrávání osteoklastů a apoptóze osteocytů a osteoblastů, což posouvá remodelaci kosti ve prospěch kostní resorpce. <sup>[1, 2, 15]</sup>
Hormony štítné žlázy	Při zvýšené produkci zvyšují rozklad kostní tkáně skrze působení na osteoklasty a také snižují vstřebávání vápníku ve střevě. <sup>[1, 2, 41]</sup>
Inzulin	Inzulin se může podílet na regulaci kostního metabolismu pozitivním efektem na proliferaci a diferenciaci osteoblastů. <sup>[42]</sup> Může také přispívat ke zvýšené resorpci kalcia ve střevě. <sup>[1, 2]</sup>
Růstový faktor	V souvislosti s kostním metabolismem má anabolický efekt, prostřednictvím IGF-1 aktivuje osteoblasty a podporuje tvorbu kostní hmoty. <sup>[43]</sup>

## 2.4.2 Poruchy homeostázy vápníku

Jak už bylo zmíněno, rozhodující roli u poruch homeostázy vápníku hraje ionizované kalcium, které je biologicky aktivní a výkyvy jeho hladiny jsou kritické pro řadu buněčných vitálních funkcí (převod nervového vzruchu, krevní srážlivost, svalové kontrakce, vedení nervových přenosů v srdci).<sup>[50]</sup> Jeho hladina v normě se pohybuje v rozmezí 1,1-1,3 mmol/l<sup>[1]</sup> a je tedy nejlepším ukazatelem hladiny sérového kalcia a také nejpřesnějším ukazatelem hypo- nebo hyperkalcémie.<sup>[24, 25]</sup>

Během měření hladiny celkového kalcia může dojít k chybné interpretaci výsledků, a to z důvodu zvýšené nebo snížené hladiny albuminu v krvi. Nejčastěji se jedná o hypokalcémii při hypoalbuminémii, kdy vlivem snížení sérového albuminu dochází i ke snížení hladiny celkového kalcia, hladina ionizovaného kalcia však zůstává stejná. Naopak falešná hyperkalcémie může nastat například v případě dehydratace nebo hemokoncentrace, kdy je hladina sérového albuminu v krvi zvýšená.<sup>[24, 25]</sup>

Naopak u poruch acidobazické rovnováhy nastává situace, kdy se celková hladina vápníku v krevní plazmě nemění a mění se pouze koncentrace ionizovaného vápníku. Acidóza může zvýšit hladinu ionizovaného vápníku snížením vazebné schopnosti kalciových iontů na albumin, alkalóza na druhou stranu ionizované kalcium snižuje jeho zvýšenou vazbou na albumin. Chybné interpretaci výsledků je možné předejít například určením hladiny ionizovaného vápníku.<sup>[24]</sup>

### 2.4.2.1 Hyperkalcémie

Hyperkalcémie je stav, kdy hladina vápníku v krevní plazmě dosahuje vyšších hodnot, než je horní hranice fyziologického rozmezí, tedy 2,6 mmol/l.<sup>[24]</sup> Pokud hyperkalcémie nepřesáhne hodnotu 3 mmol/l, jedná se o mírnou hyperkalcémii. Rozmezí 3 - 3,5 mmol/l se označuje jako těžká hyperkalcémie a hodnoty nad 3,5 mmol/l už mohou znamenat život ohrožující stav zvaný hyperkalcemická krize.<sup>[44]</sup>

Ke stavu zvýšené hladiny vápníku v krevní plazmě dochází především na základě zvýšené kostní resorpce, zvýšeného vstřebávání kalcia ve střevě, sníženého vylučování kalcia ledvinami a snížené kostní novotvorby.<sup>[24]</sup>

Až 90 % případů hyperkalcémie je zapříčiněno primární hyperparatyreózou a maligním onemocněním.<sup>[45]</sup> Méně časté jsou hyperkalcémie způsobené granulomatózním onemocněním nebo užíváním doplňků stravy a léků (thiazidová diuretika, lithium,

intoxikace vitaminy A a D). Dalšími příčinami mohou být genetické poruchy, akutní selhání ledvin, endokrinopatie (Addisonova choroba, feochromocytom, tyreotoxikóza), imobilizace nebo milk-alkali syndrom (tj. zvýšená hladina kalcia z důvodu nadměrného příjmu doplňků stravy nebo potravin s vysokým obsahem vápníku v kombinaci se zásaditými sloučeninami, například v podobě antacid). Existují i případy hyperkalcémie u jedinců trpících na systémový lupus erytematodes nebo u jedinců po transplantaci ledvin.<sup>[25, 44, 46, 47]</sup>

Primární hyperparatyreóza je jedno z nejčastějších endokrinních onemocnění, které způsobuje poruchu kalciofosfátového metabolismu prostřednictvím dlouhodobě zvýšené produkce parathormonu. Nadprodukce je následkem nejčastěji (80–90 % případů) jednoho adenomu, méně často více adenomů nebo hyperplazie parathyreoidey, v ojedinělých (1 %) případech je nadprodukce vyvolána karcinomem. Nejčastěji se vyskytuje u žen ve věku 50 až 70 let, v tomto věku je dokonce výskyt u žen třikrát vyšší než u mužů.<sup>[48, 49]</sup>

Klinický obraz hyperkalcémie je velice rozmanitý a postihuje různé oblasti lidského organismu. Často bývá asymptomatická a rozpoznatelná pouze biochemickým vyšetřením. Nicméně se může vystupňovat až do život ohrožujícího stavu, který vyžaduje hospitalizaci na jednotce intenzivní péče.<sup>[24]</sup> Pokud jsou symptomy přítomny, projevují se nejčastěji jako poruchy funkce gastrointestinálního traktu a nervosvalového aparátu. V trávicím traktu se může projevit jako nevolnost, nechutenství, bolesti břicha, zvracení a zácpa, v některých případech vede dokonce ke vzniku peptického vředu (hyperkalcémie zvyšuje sekreci gastrinu) nebo pankreatitidy. V souvislosti s nervosvalovým aparátem způsobuje bolesti, únavu svalů a svalové křeče, mohou se objevit deprese, úzkostné stavy, únavový syndrom, zmatenost, ztráta paměti a ve vážných případech může přerůst až v kóma. Kromě toho může postihnout i srdce v podobě hypertenze, elektrokardiografických změn (bradyarytmie, tachyarytmie, blokády převodu) a v nejtěžších případech může hyperkalcémie vyvolat zástavu srdce v systole. Nesmíme opomenout ani negativní vliv na ledviny, které na hyperkalcémii odpovídají polyurií a polydipsií a výjimkou není ani nefrolitiáza, která může mít za následek obstrukci dutých systémů a skončit až ledvinným selháním.<sup>[24, 25, 45, 47]</sup>

U dlouhodobé hyperkalcémie jsou také velmi individuální rozdíly v projevech. V tomto případě představuje největší problém ukládání kalciofosfátových komplexů do měkkých

tkání, zejména do intersticia ledvin, srdečního převodního systému, tepen, žaludeční mukózy a do kůže a rohovky.<sup>[24]</sup>

Pokud jedinec vykazuje typickou symptomatologii, je potřeba zahájit léčbu už při hodnotách kalcémie okolo 3 mmol/l. To samé platí pro asymptomatického jedince s hladinou vápníku v krevní plazmě přesahující hodnotu 3,5 mmol/l. U léčby hyperkalcémie je důležité znát, co je její příčinou a podle toho následně postupovat. Nicméně, příčina není vždy známa, její rozbor může nějaký čas trvat, a navíc tento stav vyžaduje rychlý zásah. Ať už je tedy příčina známa nebo ne, je nutné navodit zvýšené vylučování kalcia močí. Toho bývá dosaženo podáváním infuzí fyziologického roztoku nebo opakovaným podáváním kličkových diuretik (furosemid), kdy je zároveň je potřeba doplňovat ztráty vody a minerálů infuzemi. K tlumení kostní resorpce se osvědčily bifosfonáty (zolendronat, alendronat, pamidronat) nebo také parenterální podávání kalcitoninu. Mimo jiné je potřeba omezit příjem vápníku (pod 400 mg/den) a oxalátů. K omezení vstřebávání vápníku ve střevě je možné podat glukokortikoidy. Pokud žádný z postupů nepomůže k dosažení očekávaného výsledků, přistupuje se k hemodialýze.<sup>[24, 25]</sup>

#### 2.4.2.2 Hypokalcémie

Hypokalcémie je stav, kdy hladina vápníku v krevní plazmě dosahuje nižších hodnot, než je spodní hranice fyziologického rozmezí, tedy 2,2 mmol/l, v případě ionizovaného vápníku se jedná o hodnotu nižší než 1,1 mmol/l.<sup>[1, 24]</sup>

Příčin tohoto stavu může být celá řada, nejčastěji se však jedná o deficit vitamínu D z důvodu jeho nedostatečného příjmu, a především z důvodu nedostatečné expozice kůže ultrafialovému záření. Tento deficit může být také výsledkem malabsorpce. Dalším příkladem je zvýšená degradace kalcitriolu a kalcidiolu nebo rezistence vůči vitamínu D.<sup>[50, 51]</sup> Nedostatek vitamínu D znamená pro organismus snížení zpětného vstřebávání vápníku ve střevě, sníženou zpětnou resorpci v ledvinových tubulech a snížené uvolňování kalcia z kostí.<sup>[14]</sup> Na stejném principu funguje i nedostatečná nebo úplně chybějící sekrece parathormonu (hypoparatyreóza). Ta může vzniknout následkem ozáření příštítných tělísek, chirurgického odstranění, jejich vrozené vady nebo úplné absence, také se může jednat o poškození na základě autoimunitní reakce.<sup>[50, 51]</sup> Kromě poruch sekrece může nastat i situace, kdy parathormon ztratí svůj biologický účinek

a jeho aktivita na receptorech je poškozená nebo kdy cílové tkáně mají chybné receptory pro PTH, tomuto stavu se říká pseudohypoparatyreóza.<sup>[50]</sup>

Na vzniku hypokalcémie se může podílet i zvýšená hladina kalcitoninu v krvi, hypoalbuminémie a hypomagnezémie. Další příčinou mohou být onemocnění ledvin nebo jater zasahující do metabolismu vitamínu D, metastáze nebo hromadění těžkých kovů (železo, měď) v příštítných tělískách, sklerotické metastáze nebo například infuze fosfátů a chelátorů vápníku při masivní krevní transfuzi. S hypokalcémií je spojený i tzv. „syndrom hladové kosti“, to je zvýšené vychytávání kalcia z krevní plazmy kostní tkáně po odstranění příštítných tělísek pro hyperparatyreózu.<sup>[50, 51]</sup> Další možnou příčinou mohou být autosomálně dominantní hypokalcémie<sup>[51]</sup> nebo Fanconiho syndrom (onemocnění postihující proximální tubuly ledvin, které v důsledku poruchy zpětného vstřebávání řady důležitých látek způsobuje poruchy minerálního hospodářství).<sup>[53]</sup> Snížené hladiny kalcia bývají zaznamenány i u kritických stavů, jako je například akutní pankreatitida, akutní ledvinné onemocnění, závažná sepse nebo popáleniny. Některé léky, zejména protamin, heparin, glukagon nebo vysoké intravenózní dávky bifosfonátů, také snižují množství vápníku v krvi.<sup>[50, 51, 52]</sup>

Klinické příznaky hypokalcémie jsou různé a liší se podle rychlosti jejího vzniku a podle doby trvání. V případě rychlého vzniku jsou příznaky zřetelnější než u vzniku postupného, kdy může být hypokalcémie i asymptomatická. Nejčastěji se projevuje zvýšenou neuromuskulární dráždivostí v podobě šubání, křečí a mravenčení.<sup>[51]</sup> V těžších případech se vyskytují tetanické křeče (kardopedální spasmus, laryngospasmus, bronchospasmus), epileptické záchvaty a srdeční arytmie.<sup>[50, 51]</sup> U pacientů bez zjevných příznaků se zvýšená neuromuskulární dráždivost může demonstrovat Chvostkovým nebo Trousseauovým příznakem. Chvostkův příznak se projevuje záškubem obličejových svalů při poklepu na příušní žlázu, tedy v místě, kde dochází k větvení obličejového nervu. Trousseauův příznak je u tohoto stavu častější a má podobu ruky zkroucené do tvaru labutí šíje, tento kardopedální spasmus je navozen omezeným přítokem krve v horní končetině (během vyšetření se na paži navlékne manžeta tonometru, který se nafoukne nad hodnotu systolického tlaku).<sup>[50]</sup> U chronické hypokalcémie se vyskytují dentální abnormality, zákaly čočky, změny nehtů, vypadávání vlasů, a dokonce i zvýšený nitrolební tlak a neuropsychiatrické symptomy.<sup>[50, 51]</sup>

Léčba krátkodobé hypokalcémie spočívá v podávání vitamínu D a jeho metabolitů a mimo jiné i v podávání kalcia (per os nebo v těžkých stavech nitrožilně) za účelem zvýšení jeho hladiny do fyziologického rozmezí. U léčby dlouhodobě nízké hladiny vápníku se také podává vitamin D a vápník, dále může pomoci i léčba hydrochlorothiazidem. Nicméně, je velmi důležité sledovat hladinu hořčíku v krvi a při nízkých hodnotách nejdříve podávat hořčík ke srovnání jeho hladiny.<sup>[50]</sup>

## 2.5 Onemocnění související s poruchou kalciofosfátového metabolismu

### 2.5.1 Osteoporóza

#### 2.5.1.1 Definice a epidemiologie

Osteoporóza je systémové chronické onemocnění skeletu, které je charakterizované úbytkem normálně mineralizované kostní hmoty a poruchami mikroarchitektury kostní tkáně. Důsledkem toho dochází ke snížení mechanické odolnosti kosti a zvýšené náchylnosti ke zlomeninám.<sup>[15, 54]</sup> Osteoporóza je považována za civilizační chorobu a v průmyslově vyspělých zemích se po ischemické chorobě srdeční a nádorových onemocnění řadí na třetí místo nejčastějších chorob.<sup>[16]</sup>

Incidence onemocnění se v České republice odhaduje na 15 % mužů a 33 % žen ve věku nad 50 let, což jsou poměrně vysoká čísla. S rostoucím věkem incidence stoupá a rozdíly mezi mužským a ženským pohlavím se vyrovnávají, ve věku nad 70 let dosahuje hodnot 47 % u žen a u mužů 39 %.<sup>[15]</sup>

V dnešní době, kdy se průměrná délka života obyvatel v průmyslově vyspělých zemích zvyšuje, se lékaři ve své ambulantní praxi stále častěji setkávají s osteoporózou. V důsledku toho dochází ke zvyšování počtu zlomenin, které vedou k výraznému snížení kvality života, ke zkrácení jeho délky a v neposlední řadě i k vysokým finančním nákladům spojeným s léčbou. Fraktury u této skupiny nemocných často znamenají dlouhodobou hospitalizaci, invalidizaci a jsou častou příčinou smrti.<sup>[15, 55]</sup> Například mortalita spojená s patologickou zlomeninou obratle je 23 % a se zlomeninou proximálního femuru dosahuje hodnot 12 – 24 %. V tomto případě hrají důležitou roli identifikace rizikových osob a včasná preventivní a léčebná opatření, která výše zmíněná rizika zlomenin mohou výrazně snížit.<sup>[55]</sup>

#### 2.5.1.2 Etiopatogeneze

Z hlediska etiopatogeneze můžeme osteoporózu rozdělit na primární a sekundární.

Primární osteoporóza má s výjimkou té postmenopausální neznámou příčinu, zahrnuje vliv věku, rasy a pohlaví.<sup>[54]</sup>

Nejčastějším zástupcem primární osteoporózy je postmenopauzální osteoporóza, která vzniká jako důsledek deficitu estrogenů po menopauze.<sup>[16]</sup> Nedostatek estrogenů

vede k poruše transkripčních regulací, zvýšenému dozrávání osteoklastů a apoptóze osteocytů a osteoblastů, což posouvá remodelaci kosti ve prospěch kostní resorpce.<sup>[15]</sup>

U mužů se v přisuzoval vznik osteoporózy úbytku androgenů, především testosteronu. Nicméně, současné výzkumy uvádí, že estrogen se na vzniku osteoporózy u mužů podílí mnohem větší měrou. K poklesu biologicky aktivního estrogenu, a celkově pohlavních hormonů, dochází v důsledku zvýšení hladin specifického vazebného globulinu pohlavních hormonů, SHBG (Sex Hormon Binding Globulin). Ten na sebe váže pohlavní hormony a snižuje množství jejich volných frakcí v oběhu. Klesající hladina volného estrogenu s věkem způsobuje úbytek kostní hmoty a s ním spojené zvýšené riziko zlomenin. Estrogen se mimo jiné podílí i na řízení dosažení vrcholné kostní hmoty v mladém dospělosti a jeho snížená hladina může být příčinou idiopatické osteoporózy u mladých mužů.<sup>[15, 56, 57]</sup>

Pro zajímavost uvádím švédskou studii „Older Men With Low Serum Estradiol and High Serum SHBG Have an Increased Risk of Fractures“, která se zabývá vlivem estrogenu na hustotu kostí u mužů a na riziko vzniku fraktur. Účastnilo se jí 2639 mužů ve věku 69 až 80 let, kteří byli sledováni po dobu v průměru 3,3 let. Bylo zjištěno, že nízká hladina volného estradiolu a zvýšené hladiny SHBG mají vliv zvýšené na riziko zlomenin, a naopak u nízké hladiny testosteronu nebyla s tímto rizikem prokázána spojitost.<sup>[58]</sup>

Dalším typem primární osteoporózy je stařecká (senilní) osteoporóza. Jde o přirozený úbytek kostní hmoty způsobený věkem, kdy od věku 25 let, což je období dosažení vrcholu kostní tvorby, dochází k fyziologickému úbytku kostní hmoty průměrně o 0,5 % za rok.<sup>[54]</sup> Postihuje populaci ve věku nad 70 let, a to ženy i muže v podobném poměru.<sup>[15]</sup>

Vzácnou formou primární osteoporózy je idiopatická juvenilní osteoporóza, která vzniká již u dětí mezi 4. – 20. rokem. Často se projevuje bolestmi v zádech, kostech a dochází k frakturám kostí už při malých traumatech, často se objevují deformity páteře a hrudní kyfóza. Onemocnění se klinicky manifestuje až v pozdějším věku.<sup>[15, 59]</sup>

Sekundární osteoporóza je typ, kde známe příčinu. V tomto případě vzniká v důsledku působení řady kauzálních rizikových faktorů, včetně léčiv.<sup>[15]</sup> Příčiny sekundární osteoporózy s vybranými příklady jsou uvedeny v Tabulce 2.<sup>[54]</sup>



Tabulka 2 Příčiny sekundární osteoporózy s vybranými příklady<sup>[15, 54]</sup>

Příčiny sekundární osteoporózy	Příklady
Endokrinní sekundární osteoporóza	Cushingova choroba, Addisonova choroba, Hypogonadismus, Akromegalie, Diabetes mellitus, Hyper- a hypotyreóza, Hyperparathyreosa, Hypopituitarismus
Plicní onemocnění	Chronická obstrukční plicní nemoc
Hematologická onemocnění	Maligní myelom, nonHodginské lymfomy, M. Hodgkin, leukémie
Hepatologická a nefrologická onemocnění	Chronické renální selhání
Metabolická onemocnění	Diabetes mellitus 1. typu
Další onemocnění	Revmatoidní artritida
Malabsorbční syndromy	Celiakie, tropická sprue, syndrom krátkého střeva
Poléková sekundární osteoporóza	Kortikoidy, antikonvulsiva, heparin, antikoagulancia, chemoterapeutika, thyroxin, lithium, antacida, apod.
Nutriční příčiny	Alkohol, káva, malnutrice nízký přísun vápníku, vitamínu D, dalších vitaminů (K, C, B12, B6), vysoký přísun sodíku
Jiné vlivy	Kouření, stav beztlíže, imobilita

### 2.5.1.3 Rizikové faktory

U osteoporózy existuje celá řada rizikových faktorů, jejichž posouzení je nezbytnou součástí pro indikaci k osteologickému vyšetření. Jejich znalost má nenahraditelnou roli jak v diagnóze, tak i v prevenci tohoto onemocnění.<sup>[54]</sup>

Rizikové faktory můžeme rozdělit na ovlivnitelné a neovlivnitelné.<sup>[15]</sup>

Jedním z neovlivnitelných rizikových faktorů osteoporózy je věk. Největší výskyt tohoto onemocnění a zlomenin s tím souvisejících se uvádí od 50. roku života. Pohlaví má v tomto případě také vliv, ženy jsou onemocněním postihovány častěji než muži. S výše uvedenými souvisí menopauza, která postihuje ženy většinou po 50. roku života a je příčinou nejčastějšího typu tohoto onemocnění, postmenopausální osteoporózy. Dále sem zařazujeme etnické vlivy, kde rizikovější skupinou jsou běloši a asijská populace.<sup>[15, 16]</sup> Pozitivní rodinná anamnéza může také znamenat vyšší riziko zlomenin.<sup>[15]</sup>

Mimo jiné sem řadíme i různá onemocnění a stavy, které jsou příčinou sekundární osteoporózy, jak už jsem zmínil v tabulce výše. Patří sem například imobilita, jaterní a ledvinová onemocnění, malabsorbční syndromy, revmatoidní artritida a jiné (za předpokladu, že onemocnění a stavy nevznikly jako důsledek nevhodného životního stylu).<sup>[15, 16, 54]</sup>

Nejdůležitějším ovlivnitelným rizikovým faktorem je životní styl jedince. Dostatek přiměřené fyzické aktivity a strava obsahující dostatečné množství živin, vitaminů, minerálů a stopových prvků (především vápníku, vitamínu D a bílkovin) přispívají v mladém věku k dosažení co možná nejvyššího vrcholu množství kostní hmoty (peak bone mass).<sup>[15]</sup>

Se stravou a pohybem pak souvisí příliš nízké (pod hodnotu  $15 \text{ kg/m}^2$ ), nebo příliš vysoké (nad hodnotu  $40 \text{ kg/m}^2$ ) BMI (body mass index), kde je u obou případů kostní metabolismus ovlivňován negativně.<sup>[16]</sup> Některé zdroje dokonce uvádí jako rizikový faktor hodnotu BMI pod  $19 \text{ kg/m}^2$  u žen, respektive hmotnost pod 57 kg a také celkově hmotnost těla o více než 10 % nižší než měl jedinec ve svých 25 letech.<sup>[54, 60]</sup> U jedinců, kde je příliš nízké BMI spojeno především s nedostatečným příjmem bílkovin, dochází k oslabení struktury a objemu kostních trámců mechanismem snížené aktivity somatomedinu (IGF-1). Mimo jiné dochází v důsledku nedostatečného příjmu bílkovin i ke ztrátě svalové hmoty a tím pádem narůstá riziko vzniku zlomenin. U obézních jedinců se zvýšeným obsahem viscerálního tuku dochází také k úbytku hmoty kostních trámců a riziko vzniku zlomenin se zvyšuje. Tuková tkáň totiž interaguje s remodelací kostí hned několika způsoby.<sup>[16]</sup>

Dalšími ovlivnitelnými rizikovými faktory jsou chronický abusus alkoholu a kouření tabáku.<sup>[15]</sup>

Chronický abusus alkoholu je často doprovázen nevhodnou skladbou stravy s nedostatkem vápníku a bílkovin, mimo jiné může mít za následek toxické poškození jaterního parenchymu a poškození jeho funkce hydroxylace vitamínu D na 25-hydroxycholecalciferol. Chroničtí alkoholici mají také celkově vyšší tendenci k pádům, ke vzniku zlomenin a následné imobilizaci.<sup>[15, 16]</sup>

Co se týče kouření, riziko vzniku osteoporózy zvyšuje v tabáku obsažený alkaloid nikotin. Nikotin má antiestrogenní účinek (s tím souvisí dřívější nástup menopauzy u kuřáček) a působí negativně na kostní metabolismus. Je u něj prokázán přímý vliv na lidské osteoblasty-způsobuje jejich sníženou proliferaci a poškozuje v nich probíhající syntézu kolagenu. Podobný vliv na osteoblasty je popsán i po expozici některým složkám tabákového kouře.<sup>[15, 61, 62]</sup> Nikotin dále snižuje absorpci vápníku ve střevě a kromě toho působí společně s látkami obsaženými v cigaretovém kouři i na kardiovaskulární systém, kdy porušení cévního zásobení může mít za následek útlum metabolismu a přestavby kosti. I u kuřáků můžeme zaznamenat horší schopnost udržet rovnováhu a tím pádem vyšší náchylnost k pádům.<sup>[61]</sup>

#### 2.5.1.4 Diagnostika

Charakteristickým rysem osteoporózy je pomalý vývoj. Toto onemocnění bývá často dlouhou dobu asymptomatické a lékař ho může objevit náhodou při rentgenovém vyšetření. Zjistit se může také až po vzniku nízkozátěžové zlomeniny, to se týká zejména zlomenin distálního předloktí, obratlových těl a proximálního konce stehenní kosti.<sup>[54, 55]</sup> V případě nízkozátěžových zlomenin obratlových těl přichází jedinec většinou s chronickou bolestí zad a funkčním omezením, dalším důsledkem těchto zlomenin je hyperkyfóza, pokles tělesné výšky o více jak 3 cm a snížení vzdálenosti žeber od pánve na kratší vzdálenost než 2 cm.<sup>[55]</sup>

Základem diagnostiky osteoporózy je anamnéza se zaměřením především na rizikové faktory, fyzikální vyšetření muskuloskeletálního aparátu a v neposlední řadě laboratorní a zobrazovací metody s posouzením příčiny demineralizace.<sup>[54, 55]</sup>

Anamnéza se zaměřuje především na již zmíněné rizikové faktory jako jsou například věk, pohlaví, etnikum, BMI, kouření, abusus alkoholu, dlouhodobá terapie kortikoidy, nízkozátěžová zlomenina v rodině, atd.<sup>[55]</sup>

U fyzikálního vyšetření muskuloskeletálního aparátu si u jedince všímáme například poklesu výšky, hyperkyfózy a dále bereme v potaz příznaky onemocnění, která mohou způsobit vznik sekundární osteoporózy.<sup>[15]</sup>

Co se týče laboratorních vyšetření, v Tabulce 3 uvádím příklady laboratorních markerů z moči nebo z krve, které hrají roli v kostním metabolismu (kostní novotvorbě nebo resorpci) a tím pádem mohou pomoci v diagnostice osteoporózy.<sup>[15, 54, 63]</sup>

*Tabulka 3 Příklady laboratorních markerů, které mohou hrát roli v diagnostice osteoporózy<sup>[54, 63]</sup>*

Kostní novotvorba	Krev	Alkalická fosfatáza
		Osteokalcin
		Extendující peptidy prokolagenu
	Moč	Nedialyzovatelný hydroxyprolin
Kostní resorpce	Krev	Tartarát-rezistentní kyselá fosfatáza
	Moč	Kalcium
		Celkový hydroxyprolin
		Hydroxylysinové glykosidy
		Pyridinolin a deoxypyridinolin
Pyridinolinové příčné spojky kolagenu		

Standardní metodou pro diagnostiku poklesu kostní hmoty je měření kostní denzity (BMD, Bone Mineral Density) pomocí metody dvouenergievé rentgenové absorpciometrie (DXA, Dual energy X-ray Absorptiometry).<sup>[55]</sup> U této metody je využíváno velmi slabé rentgenové záření (2-12 mikrosievert) o dvou energiích, které je pohlcováno kostní tkání.<sup>[60]</sup> Kostní denzita se měří především v oblasti bederní páteře (1. až 4. lumbální obratel), dále v oblasti proximálního femuru a krčku femuru.<sup>[55]</sup> Naměřené hodnoty kostní denzity srovnáváme s průměrnými hodnotami u zdravých mladých jedinců, stejného pohlaví a etnika. V tomto případě se parametr používaný k porovnání naměřeného výsledku od průměrných hodnot nazývá T - skóre. V Tabulce 4

pro příklad uvádím, jak se na základě hodnoty T - skóre může určit denzitometrická diagnóza. V případě, že naměřený výsledek porovnáváme s průměrnými hodnotami zdravých jedinců stejného pohlaví, etnika a navíc ještě ve stejné věkové kategorii, parametr sloužící k porovnání naměřených výsledků od průměrných hodnot se nazývá Z - skóre. Výsledky se vyjadřují buď v procentech příslušných průměrných hodnot nebo pomocí směrodatné odchylky (SD).<sup>[54, 55, 60]</sup> Každý pokles směrodatné odchylky o jedna znamená úbytek kostního minerálu přibližně o 10 % a riziko fraktury se s každým poklesem o jedna zdvojnásobuje.<sup>[15]</sup>

I přes existenci této zobrazovací metody musíme vždy brát v potaz i zmíněnou anamnézu, fyzikální vyšetření a laboratorní markery, protože samotný denzitometrický nález, který se podle Tabulky 4 nachází v pásmu osteoporózy, nemusí nutně znamenat klinickou diagnózu tohoto onemocnění. Snížení kostní hmoty je klinickým příznakem i jiných onemocnění, jakou jsou metabolické osteopatie (například primární hyperparatyreóza, osteomalacie) nebo také některá nádorová onemocnění (například mnohočetný myelom).<sup>[55]</sup>

*Tabulka 4 Kritéria denzitometrického nálezu u postmenopausální osteoporózy<sup>[54, 60]</sup>*

Denzitometrická diagnóza	T-skóre
Normální nález	> -1,0 SD
Osteopenie	Rozmezí mezi -1,0 a -2,5 SD
Osteoporóza	≤ -2,5 SD
Těžká osteoporóza	≤ -2,5 SD + osteoporotická zlomenina v anamnéze

K dalším vyšetřovacím metodám patří například kostní biopsie, ultrazvuk, mammografie, rentgenové vyšetření s předozadní nebo boční projekcí a různá gynekologická a endokrinologická vyšetření.<sup>[54]</sup>

Existuje také kalkulátor s názvem FRAX, který byl vytvořen ve Velké Británii na University of Sheffield a který hodnotí rizikové faktory u zatím neléčených pacientů. Na základě toho pak odhaduje desetiletou pravděpodobnost vzniku fraktury krčku femuru nebo jiných významných osteoporotických fraktur (klinická zlomenina v oblasti paže,

fraktura obratle, distálního předloktí). Dotazník se skládá z 12 otázek, které hodnotí věk, pohlaví, váhu, výšku, prodělané zlomeniny, fraktury v oblasti kyčle u rodičů, kouření, užívání glukokortikoidů, výskyt revmatoidní artritidy a sekundární osteoporózy, konzumaci alkoholu a kostní denzitu krčku femuru. V ČR tento model zatím nepředstavuje diagnostický nástroj určující postup při terapii, ale má význam v identifikaci rizikových osob a v případné prevenci onemocnění.<sup>[15, 55]</sup>

#### 2.5.1.5 Léčba

Aby byla léčba osteoporózy co nejučinnější, měla by se zahájit co nejdříve od diagnózy a měla by být individualizovaná na základně komplexního vyšetření jedince s přihlédnutím na možné kontraindikace jednotlivých léčebných skupin. Mimo jiné mohou výběr správné terapie ovlivnit i faktory jako jsou věk, zdravotní stav a v neposlední řadě i další nálezy.<sup>[54, 55]</sup>

Léčbu můžeme rozdělit na farmakologickou a nefarmakologickou.<sup>[64]</sup>

Nefarmakologická léčba by měla být nedílnou součástí všech terapeutických režimů a spočívá především v úpravě stravy, zvýšení pohybové aktivity a v prevenci pádů. Do této skupiny se zařazují i protektory kyčle.<sup>[64]</sup>

Výživa má jak v léčbě, tak v prevenci osteoporózy nezastupitelnou roli. V dětském věku a v období dospívání ovlivňuje nárůst kostní hmoty a pomáhá dosažení co možná nejvyššího maxima množství kostní hmoty. V dospělosti se podílí na snižování jejího úbytku. Strava by měla obsahovat dostatečné množství živin, vitaminů, minerálních látek a stopových prvků, především dostatek bílkovin, vitamínu D a vápníku. Doporučené denní dávky vápníku a vitamínu D se nachází v Tabulce 5. Nelze opomenout ani hořčík, zinek, mangan, měď, bor, křemík a vitamin K, které mají na kostní metabolismus rovněž příznivý vliv. Na druhou stranu je nutné dát si pozor na látky, které mohou na kostní metabolismus působit negativně. Například vysoké množství vlákniny, oxaláty a fytáty snižují vstřebatelnost vápníku. Negativně může působit i fosfor, nadměrný příjem bílkovin a soli a to především zvyšováním ztráty vápníku močí.<sup>[15, 64, 18]</sup>

Tabulka 5 Doporučené denní dávky vápníku a vitamínu D<sup>[18]</sup>

Zástupce	Věková skupina	Denní potřeba
Vápník	Dospívající	1300–1500 mg
	Dospělí do 50 let	800–1000 mg
	Dospělí nad 50 let	1200–1500 mg
	Těhotné a kojící ženy	1200 mg
Vitamin D	Do 50 let	400 IU (10 µg)
	Nad 50 let	800 IU (20 µg)

Z hlediska fyzické aktivity je pro normální strukturu kosti potřeba stimulovat jí pohybem. V případech, kdy je kostra zatěžována fyzickou aktivitou (především pravidelnou rychlou chůzí, alespoň 4 hodiny denně, ale také krátkodobou zátěží jako je běh, skoky, aerobní cvičení), je prokázána stimulace osteoblastů k novotvorbě kostní hmoty a snížení úbytku kostní hmoty v oblasti páteře a proximálního femuru.<sup>[64, 65]</sup> V praxi se doporučuje alespoň hodinová fyzická aktivita 3x týdně (například chůze na 1,5 km).<sup>[64]</sup>

Pohybová aktivita souvisí i s dalším typem nefarmakologické léčby a tím je prevence pádů. Díky fyzické zátěži se posiluje svalstvo a svalová koordinace, jedinec je v lepší svalové kondici a snižuje se u něj riziko pádů. Existují proto různé rehabilitační programy zaměřující se na podporu rovnováhy a ohebnosti a posilování svalů dolních končetin. Nicméně, prevence pádů je multifaktoriální a kromě zlepšování kondice zahrnuje spoustu dalších aspektů. Patří k ní například úprava prostředí (úprava podlah a prahů, fixace kobereců, zajištění dostatečného osvětlení, používání protiskluzových podložek ve vaně nebo ve sprchovém koutě, instalace polic v pohodlném dosahu atd.).<sup>[64, 65]</sup> Dále je třeba brát ohled na onemocnění disponující k pádu (Parkinsonova choroba, osteoartróza váhonosných kloubů) a na předepsanou medikaci, zejména na tu, která ovlivňuje bdělost pacienta (hypnotika, sedativa) nebo potencuje ortostatickou hypotenzi (antihypertenziva, diuretika).<sup>[64]</sup>

S prevencí rizika pádu souvisí i protektory kyčle, které se používají za účelem snížit pravděpodobnost zlomeniny proximálního femuru v případě pádu na bok.<sup>[64]</sup>

Farmakologická léčba se používá u pacientů, kde individuální riziko vzniku zlomeniny je vysoké. Klade se zde důraz na individualitu pacienta, léčba musí zohledňovat etiologii osteoporózy, mechanismus účinku léku a jeho bezpečnost z hlediska dlouhodobého užívání. Mimo jiné je třeba brát v úvahu pravděpodobnost, s jakou pacient vydrží dlouhodobě dodržovat doporučené léčebné postupy. V tom může být například nápomocné průběžné monitorování účinnosti léčby nebo i další příznivé účinky léku na jiné tkáně (například snížení rizika karcinomu prsu u dlouhodobé léčby raloxifenem).<sup>[66]</sup>

Léky můžeme podle účinku rozdělit do tří skupin.<sup>[55]</sup>

Do první skupiny patří léky s antikatabolickým (či antiresorpčním) efektem, které zabraňují úbytku kostní hmoty a zhoršování její kvality. Zpomalují tedy proces kostní remodelace, čehož dosahují na základě různých mechanismů účinku. Patří sem například estrogeny, selektivní modulátory estrogenních receptorů (raloxifen), aminobifosfonáty (alendronát, risedronát, ibandronát, pamidronát, kyselina zoledronová) a denosumab.<sup>[55, 66, 67]</sup>

Druhou skupinou jsou léky s osteoanabolickým efektem, které působením na osteoblasty stimulují novotvorbu kosti, čímž zlepšují její kvalitu a objem. Používají se například v případech, kdy je primárně snižená kostní novotvorba (u pacientů s glukokortikoidy indukovanou osteoporózou nebo u involuční osteoporózy). Patří sem teriparatid (PTH 1-34) a parathormon (PTH 1-84).<sup>[55, 66]</sup>

Poslední skupinou jsou léky s duálním efektem, kam patří stroncium ranelát, který má jak antikatabolický, tak i anabolický efekt.<sup>[55]</sup>

Stručný popis mechanismu účinků u zmíněných zástupců se nachází v Tabulce 6.<sup>[15, 55, 66, 67, 68]</sup>



Tabulka 6 Rozdělení léků používaných při léčbě osteoporózy a stručný popis mechanismů účinku<sup>[15, 55, 66, 67, 68]</sup>

Skupina	Zástupci	Mechanismus účinku
Léky s antikatabolickým efektem	Estrogeny	Snižují aktivitu osteoklastů. <sup>[15]</sup>
	Selektivní modulátory estrogenních receptorů (raloxifen)	V kostech působí jako agonisté estrogenu, v prsní tkáni a v děloze účinky estrogenů antagonizuje. <sup>[68]</sup>
	Aminobifosfonáty (alendronát, risedronát, ibandronát, pamidronát, kyselina zoledronová)	Mají vysokou aktivitu ke kostnímu minerálu, snižují aktivitu osteoklastů (inhibují aktivitu farnesyldifosfátsyntázy) a indukují jejich apoptózu. <sup>[68, 66]</sup>
	Denosumab	Jedná se o plně lidskou monoklonální protilátku proti RANK ligandu, který je nezbytný pro diferenciaci, aktivaci a přežívání osteoklastů. Brání tedy tvorbě a aktivaci osteoklastů a působí tak proti kostní resorpci. <sup>[66]</sup>
Léky s osteoanabolickým efektem	Teriparatid (PTH 1 - 34)	Stimuluje osteoblastickou kostní novotvorbu, zlepšuje konektivitu kostních trámců a tloušťku kortikální kosti. <sup>[66, 67]</sup>
	Parathormon (PTH 1 - 84)	Injekčním podáváním se indukují přírůstek kostní hmoty – pulzní změny jeho koncentrace stimulují osteoblasty k syntéze kostní matrix, osteoklasty ale aktivovat nestačí. <sup>[68]</sup>
Léky s duálním efektem	Stroncium ranelát	Mechanismus účinku na kost nebyl objasněn, ale byl prokázán mírný antiresorpční a mírný až neutrální osteoanabolický efekt. <sup>[55, 66, 68]</sup>

### 2.5.1.6 Prevence

Co se týče prevence osteoporózy, měla by být, stejně jako léčba, komplexní. Je určena všem jedincům a zvláště by se měla zaměřovat na ty, kteří mají zvýšené riziko rozvoje tohoto onemocnění (například pozitivní rodinná anamnéza a další, výše zmíněné rizikové faktory).<sup>[55, 67]</sup>

V případě, že nebyla osteoporóza ještě diagnostikována a snažíme se předejít jejímu vzniku, hovoříme o primární prevenci. Ta spočívá především v úpravě životního stylu tak, aby bylo během dětství a dospívání dosaženo co nejvyššího maxima kostní hmoty. Jak už bylo zmíněno, je důležité přijímat dostatečné množství všech živin, vitaminů, minerálních látek a stopových prvků. Nesmíme opomenout ani přiměřenou pohybovou aktivitu a vyloučení toxických vlivů jako je například kouření, abusus alkoholu a nadměrný příjem fosfátů. V některých případech vyžaduje prevence i farmakologickou suplementaci kalcia a vitamínu D (například u jedinců s omezeným nebo nulovým příjmem mléčných výrobků).<sup>[55, 65, 67]</sup>

Cílem sekundární prevence osteoporózy je zabránit ztrátě kostní hmoty, které jsou důsledkem nevhodného životního stylu, fyziologického poklesu estrogenů po menopauze nebo některých onemocnění. I zde je důležitá úprava životního stylu, pohyb, suplementace vápníku a vitamínu D a v neposlední řadě i eliminace nebo alespoň zmírnění rizik pádů.<sup>[55, 65, 67]</sup>

Důležitou roli v prevenci hraje i edukace pacienta, se kterou by se mělo začít co nejdříve po záchytu onemocnění.<sup>[55]</sup>

## 2.5.2 Osteomalacie a rachitida

### 2.5.2.1 Definice a patofyziologie

Rachitida je onemocnění postihující děti a jedná se o poruchu mineralizace kostní matrix, především v místě růstových plotének. Ty nejsou u dětí plně osifikované a umožňují růst kosti do délky.<sup>[69, 71]</sup> Osteomalacie je charakterizována poruchou mineralizace kostní matrix u dospělého člověka.<sup>[71]</sup>

Z hlediska patofyziologie dochází k poruše mineralizace osteoidu, ubývá anorganické složky kostní hmoty, jejíž následkem je měknutí kostí a zvýšená náchylnost k deformitám.<sup>[75]</sup> Osteoblasty jsou sice fyziologicky aktivní, ale není k dispozici dostatečné množství anorganických látek k tomu, aby došlo k odpovídající mineralizaci kostní tkáně.<sup>[2]</sup>

### 2.5.2.2 Etiopatogenze

Příčin poruch mineralizace kostní matrix je celá řada, především se jedná o abnormality v metabolismu vitamínu D nebo fosfátů.<sup>[69]</sup>

Z hlediska abnormalit v metabolismu vitamínu D se nejvíce setkáváme s poruchou mineralizace kostí v důsledku deficitu vitamínu D. Jeho nedostatek může být výsledkem nedostatečného příjmu spolu s kalcielem ve stravě a nedostatečné expozice ultrafialové složce slunečního záření. Jeho dostupnost bývá omezena i celou řadou malabsorpčních stavů, jako je celiakie, Crohnova choroba, pankreatická insuficience, onemocnění jater a žlučníku, gastrektomie nebo zkrácené střevo.<sup>[69, 71, 74]</sup> Metabolismus vitamínu D nemusí být ovlivněn jen jeho deficitem, ale i dalšími faktory, jako jsou chronická onemocnění ledvin a hepatobiliární choroby.<sup>[69]</sup> Právě ledviny a játra hrají zásadní roli v přeměně neaktivní formy vitamínu D na jeho biologicky aktivní formu.<sup>[14, 34]</sup> Kromě zmíněných chorob je v tomto případě třeba vyzdvihnout i některé léky, například antikonvulziva a cholestyramin.<sup>[69]</sup> Mimo jiné může být defektní metabolismus následkem geneticky podmíněného onemocnění.<sup>[72]</sup> V souvislosti s rachitidou existují vitamin D-dependentní rachitida typu I a II a familiární hypofosfatemická vitamin-D rezistentní rachitida.<sup>[70]</sup>

Co se týče metabolismu fosfátů, chronicky užívaná aluminiová antacida mohou mít za následek jejich dlouhodobou malabsorpci a tím pádem poruchu mineralizace kostní matrix u jedince. [69] Vedle malabsorpce fosfátů je nutné uvést i jejich nedostatečný příjem ve stravě, který může představovat podobný problém.<sup>[71]</sup> Dalším důležitým

etiologickým faktorem jsou ztráty fosfátů ledvinami, které se vyskytují například u familiární hypofosfatemické rachitidy vázané na chromozom X, Fanconioho syndromů, u onkogenní hypofosfatemické osteomalacie a také u jedinců užívajících například ifosfamid.<sup>[69]</sup>

Mineralizace je narušena i v případě vzácných onemocnění fibrogenesis imperfecta ossium a fosfatázie, dále v případě nadměrného užívání bifosfonátů a v případě aluminiové toxicity.<sup>[69]</sup>

### 2.5.2.3 Příznaky

K nejběžnějším příznakům osteomalacie patří deformace kostí, svalová slabost a únava. Ze začátku jsou příznaky osteomalacie necharakteristické, objevují se bolesti v oblasti kloubů a svalů a svalová únava. Typická je i kachní chůze. Později přichází bolesti kostí a jejich zvýšená citlivost. Tato přetrvávající tupá bolest se nachází především v oblasti boků, bederní páteře, dolních končetin, pánve a žeber. V dalších stádiích vznikají deformity kostí, hlavně v oblasti holeně, stehenních kostí a hrudníku.<sup>[69, 74]</sup>

Projevy křivice záleží na věku dítěte, časté jsou poruchy růstu, zvýšené riziko fraktur, bolesti a deformace kostí. U kojenců se můžeme setkat s tzv. caput quadratum, to je hranatý tvar hlavy v důsledku deformace lebky při ležení. Deformace je možná díky zvýšené poddajnosti a měkkosti lebečních kostí. Dalším příznakem je pohmatově pružné záhlaví u dítěte (craniotabes). Velká fontanela se u křivice uzavírá později, stejně tak se se zpožděním prořezávají zuby, navíc s defektní sklovinou a se zvýšenou kazivostí. Z důvodu nedostatečné mineralizace a osifikace hrudního koše dochází k jeho deformaci a ke vzniku tzv. ptačího hrudníku (pectus carinatum), pro který je charakteristické vychýlení hrudní kosti dopředu a jeho zploštění po stranách. V místě úponu bránice je možné pozorovat tzv. Harrisonovu rýhu. Mimo jiné vznikají na hranicích mezi chrupavčitou a kostěnou částí žeber zduření připomínající korálky náhrdelníku (rachitický růženec). Podobných zduření si můžeme všimnout na horních končetinách v oblasti zápěstí a článků. Zduření vznikají rozšířením růstových epifyzárních plotének. V oblastech dolních končetin jsou typické šavlovité deformace a vybočená (genua vara) nebo vbočená kolena (genua valga). Na páteři se může objevit kyfoskolióza.<sup>[69, 70, 71, 73]</sup> U rachitidy způsobené deficitem vitamínu D bývají postiženy i svaly, to se projevuje svalovou slabostí, hypotonií a opožděností ve vývoji motoriky, někdy se objevují i kardiomyopatie.<sup>[69, 71]</sup>

Jak u křivice, tak i u osteomalacie může být zároveň přítomna hypokalcémie, jejíž příznaky se nemusí projevit. Pokud jsou však přítomny, mohou se projevovat od drobného brnění až po srdeční arytmie, záleží na rychlosti nástupu a na době jejího trvání (viz. kapitola Hypokalcémie).<sup>[51, 74]</sup>

#### 2.5.2.4 Diagnostika

K diagnostice se využívá laboratorní a rentgenové vyšetření. Následující nálezy jsou typické pro osteomalácií a křivici způsobené deficitem vitamínu D. U jiných příčin se nálezy mohou lišit.<sup>[69, 73]</sup>

V laboratorním vyšetření se zaměřujeme na hladiny vápníku, kalcidiolu, fosfátů, kostní izoenzymy alkalické fosfatázy, hladiny parathormonu a také množství fosforu a vápníku v moči. U obou onemocnění se mohou objevit nízké hladiny fosfátů, vápníku a kalcidiolu (zatímco hladiny kalcitriolu mohou být v normě), zvýšené hladiny parathormonu a zvýšená aktivita kostních izoenzymů alkalické fosfatázy. Přítomna může být i hypokalciurie a hyperfosfaturie.<sup>[69, 73]</sup>

U dospělých s osteomalácií je na rentgenových snímcích možné najít neostrosti a nepravidelnosti v tloušťce trabekul spongiózní kosti a u krycích ploten obratlů. V důsledku nerovnoměrného rozložení osteoidu a jeho akumulace v nadměrném množství v určitých oblastech si na snímcích můžeme všimnout ztlustění zejména v oblastech dlouhých kostí, páteře a pánve. Nicméně typickým znakem jsou tzv. Looserovy zóny. Jedná se o pseudofrakturny vyskytující se často symetricky a mnohočetně (v případě mnohočetných pseudofaktur mluvíme o Milkmanově syndromu). Na snímcích vypadají jako lineární projasnění, která jsou kolmá na povrch kosti a rozložená většinou symetricky a bilaterálně. Projasnění jsou lokalizována hlavně v oblasti žeber, pánve, dlouhých kostí a na laterálním okraji lopatky.<sup>[69]</sup> U rachitidy se na rentgenových snímcích nachází projasnění a nepravidelné ohraničení metafýz, nejčastěji v oblasti rukou a kolen. Dále můžeme nalézt zduření, pohárkovité deformity metafýz, rozšíření epifýz, subperiostální projasnění nebo ztlustění v oblasti diafýz (tzv. Looserovy zóny přestavby). U obou onemocnění jsou mimo jiné na snímcích patrné i deformity kostí, především hlavy, hrudníku, dlouhých kostí a páteře.<sup>[70, 71]</sup>

Další z diagnostických metod je kostní biopsie, kde se hodnotí biologická povaha kostní tkáně. Většinou jsou však k určení diagnózy dostačující biochemická a rentgenová vyšetření a biopsie není nutná.<sup>[69, 74]</sup>

#### 2.5.2.5 Léčba a prevence

Z hlediska léčby je důležité znát příčinu onemocnění a podle toho směřovat její průběh. Pokud je příčinou deficit vitamínu D a pokud jsou onemocnění včas diagnostikována, může být dostačující léčba formou suplementace vitamínu D a vápníku. V případě vysokých ztrát fosfátů se podávají ještě preparáty obsahující fosfáty. Neméně důležitou součástí léčby je i cvičení, protože zatěžováním kostí se velmi pozitivně ovlivňuje jejich remodelace. V těžších případech, hlavně u dětí, se některé deformity řeší chirurgicky. Prevence onemocnění spočívá v zabezpečení dostatečné hladiny vitamínu D, zejména u kojenců a starších lidí je nutná jeho suplementace.<sup>[69, 70, 74]</sup>

## 2.6 Onemocnění vyžadující omezení vápníku mléka a mléčných výrobků

### 2.6.1 Laktózová intolerance

#### 2.6.1.1 Definice

Jako laktózovou intoleranci označujeme onemocnění způsobené nedostatečnou tvorbou enzymu laktázy charakterizované neimunologicky zprostředkovanou nežádoucí reakcí na příjem mléčného cukru laktózy.<sup>[78]</sup>

#### 2.6.1.2 Laktóza

Laktóza je disacharid vyskytující se pouze v mateřském mléce savců (obsah laktózy ve vybraných druzích mléka se nachází v Tabulce 7 <sup>[79]</sup>). Skládá se ze dvou monosacharidů, galaktózy a glukózy, a aby byla možná její absorpce ve střevě, musí proběhnout rozkladná reakce zvaná hydrolýza, která ji rozštěpí na zmíněné monosacharidové jednotky. Tato reakce je zprostředkována enzymem zvaným laktáza (beta -D-galaktosidáza), jenž se vyskytuje v kartáčovém lemu zralých enterocytů duodena a jejunu. Míra aktivity tohoto enzymu je závislá na několika faktorech, zejména na věku, genetické predispozici a také na přítomnosti onemocnění ovlivňujících funkce tenkého střeva. Nejvyšší aktivita, lépe řečeno genetická exprese, laktázy je zaznamenána v novorozeneckém a kojeneckém období.<sup>[76, 77]</sup> S věkem však dochází k ireverzibilní redukci této exprese a až 65 % jedinců světové populace má po ukončeném období kojení sníženou schopnost trávit laktózu.<sup>[78]</sup>

*Tabulka 7 Obsah laktózy ve vybraných druzích mléka<sup>[79]</sup>*

Druh mléka	Obsah laktózy na 100 g mléka
Lidské	7,2 g
Kravské	4,8 g
Ovčí	5,1 g
Kozí	4,4 g

### 2.6.1.3 Etiopatogeneze

Deficit enzymu laktázy může mít několik příčin. Nejčastější je tzv. primární laktázový deficit. Jedná se o fyziologický pokles tvorby tohoto enzymu jako následek poklesu jeho genetické exprese po ukončeném období kojení. S rostoucím věkem může ještě gradovat.<sup>[77, 78]</sup> Výskyt tohoto typu intolerance mimo jiné závisí i na etniku a byl ovlivněn evolučními tlaky danými složením stravy. V oblastech, kde jedinci ve větší míře konzumovali čerstvé mléko se vyvinula mutace umožňující expresi laktázy i v pozdějším věku (tzv. laktázová perzistence). U asijské, africké, jihoamerické a australské populace dosahuje perzistence velmi nízkých hodnot, pohybuje se kolem 10–25 %. Evropa si v tomto ohledu vede mnohem lépe, zejména v severní části (ve Skandinávii a ve Velké Británii dosahuje až 82-96 %), směrem na jih se míra laktázové perzistence snižuje (na příklad v Itálii klesá pod 50 %).<sup>[77, 78, 80]</sup>

Dalším typem je tzv. sekundární laktázová deficeience, která může být způsobena různými chorobami poškozujícími střevní epitel (akutní enteritidy, Crohnova choroba, ulcerózní kolitida, neléčená celiakie) nebo stavy po resekcích duodena a proximálního jejunu. V případě onemocnění postihujících střevní epitel se většinou jedná o dočasný stav, kdy po odeznění onemocnění nebo po zhojení střevní sliznice sekundárně vzniklá intolerance laktózy vymizí. Kromě zmíněných chorob mohou dočasnou intoleranci vyvolat i některé léky, například antibiotika (kanamycin, neomycin, polymycin, tetracykliny a další). U stavů po resekcí části tenkého střeva dochází k trvalému zmenšení resorpční plochy a deficit laktázy přetrvává po zbytek života. Nicméně, zejména u mladších pacientů se míra tolerance laktózy může v rámci adaptace střeva upravit.<sup>[77, 81]</sup>

Velmi vzácně je laktázový deficit následkem kongenitálního laktázového deficitu, autosomálně recesivně dědičného onemocnění s incidencí 1:60000. Postižení jedinci se narodí už bez schopnosti tvořit laktázu a bez včasné diagnózy může do 14 dnů vlivem vodnatých kyselých průjmů dojít k rozvratu vnitřního prostředí.<sup>[77, 78]</sup>

U předčasně narozených dětí se může také z důvodu plně nevyvinutého gastrointestinálního traktu objevit laktázový deficit, jenž se však časem spontánně upraví.<sup>[77, 78]</sup>

### 2.6.1.4 Příznaky

Příznaky spojené s laktózovou intolerancí můžeme rozdělit na gastrointestinální a extra-intestinální. U každého jedince se projevují individuálně a v různé intenzitě. Záleží



například na dávce požití laktózy, míře laktázového deficitu, době průchodu potravy střevem, složení střevní mikroflóry, ale i na současně přijatých potravinách, které by mohly svými složkami s potravinami obsahující laktózu interferovat.<sup>[81]</sup> Symptomy zpravidla přicházejí po jednorázovém požití většího množství laktózy, u dospělých zhruba 18 g.<sup>[77, 78]</sup> Čas jejich nástupu se pohybuje od 30 do 120 minut.<sup>[77]</sup>

Gastrointestinální projevy jsou následkem toho, že enzymaticky nerozštěpená a nevstřebaná laktóza na sebe váže vodu, čímž dochází ke zředění střevního obsahu, distenzi střeva a ke zrychlené střevní pasáži. Následně je laktóza fermentována bakteriemi střevní mikroflóry za vzniku mastných kyselin s krátkým řetězcem (především kyseliny mléčné) a plynů (vodíku, metanu, oxidu uhličitého).<sup>[77,78]</sup> V tlustém střevě vzniká kyselina mléčná však nemá jen negativní účinky, prostřednictvím acidifikace okolního prostředí podporuje rozpustnost a vstřebávání některých minerálních látek, konkrétně vápníku, hořčíku a zinku. Mimo jiné omezuje růst patogenních bakterií, a naopak podporuje růst a množení žádoucích bakterií střevní mikroflóry.<sup>[78]</sup> K nejčastější gastrointestinálním příznakům patří bolesti břicha, distenze střev, borgorygmy, flatulence. Dále se mohou objevit kyselé vodnaté průjmy, pyróza, nevolnost, zvracení a zácpa.<sup>[77, 81]</sup> Extraintestninální projevy jsou méně časté, ale ani s nimi se neseťkáváme zřídka. Patří sem bolest hlavy, snížená koncentrace, únava, bolest svalů a kloubů, vředy v dutině ústní, kožní léze, ale i například zvýšená frekvence močení.<sup>[81]</sup>

#### 2.6.1.5 Diagnostika

Diagnostika laktózové intolerance se opírá o několik pilířů. Jeden z nich představuje anamnéza, kdy můžeme zjistit výskyt daného onemocnění v rodině a mimo jiné z nutriční anamnézy i trávicí obtíže spojené s příjmem potravin nebo případně léčiv obsahujících laktózu.<sup>[77, 78]</sup>

Dalším pilířem je vodíkový dechový test. Probíhá tak, že se pacientovi podá na lačno maximálně 50 g laktózy a v pravidelných intervalech se měří množství vodíku ve vydechaném vzduchu. V případě laktózové intolerance je naměřeno zvýšené množství vydechaného vodíku, než bylo naměřeno před podáním laktózy, a to z důvodu fermentace nerozštěpené a nevstřebané laktózy v tlustém střevě a následné tvorbě plynů, vodíku, metanu a oxidu uhličitého. Jednou z možností je i eliminačně expoziční test pozorující symptomy u pacienta po podání laktózy.<sup>[77, 81]</sup>

K potvrzení vodíkového testu a k rozlišení primární a sekundární laktázové deficiencie se indikuje genetické vyšetření zkoumající polymorfismy spojené právě s primárním deficitem laktázy.<sup>[78]</sup>

Dále se v diagnostice využívá měření pH stolice, které je v případě tohoto onemocnění kyselé. Mimo jiné lze ze stolice laboratorně zjistit i množství nestrávené laktózy.<sup>[77]</sup>

Z invazivních metod je třeba zmínit enterobiopsii a následné histochemické vyšetření vzorku sliznice tenkého střeva, z něhož je možné zjistit přítomnost a aktivitu enzymu laktázy.<sup>[78]</sup>

V minulosti se využíval zátěžový test s podáním laktózy s následným pozorováním hladiny glukózy v krvi. Dnes se však tato metoda už nepoužívá.<sup>[77]</sup>

#### 2.6.1.6 Léčba

Terapie záleží na typu laktózové intolerance a také na věku pacienta. Pokud je toto onemocnění způsobeno sekundárně a je reverzibilní, je nutné se primárně zaměřit na příčinu, jež tento stav způsobila. Samozřejmě je nutné omezit příjem laktózy, než dojde k obnově funkce tenkého střeva a pacient bude moci tento disacharid zase plně zařadit do svého jídelníčku.<sup>[76, 77, 81]</sup>

Pokud se jedná o ireverzibilní stav, terapie vyžaduje celoživotní omezení nebo vyloučení laktózy ze stravy. Její úplné vyloučení není pro její biologické funkce žádoucí, proto se snažíme alespoň minimální množství laktózy v jídelníčku ponechat. Tolerance je v tomto případě individuální, neboť každý pacient dokáže snést jinou dávku.<sup>[81, 77]</sup> Některé zdroje uvádí, že v nejtěžších případech laktózové intolerance dokáže pacient snést 5 g laktózy v jedné dávce, navíc se práh tolerance může zvýšit, pokud je konzumována společně s dalšími živinami.<sup>[81]</sup> Většina pacientů dokáže tolerovat průměrně kolem 12 g laktózy, což odpovídá jedné sklenici nativního kravského mléka o objemu 250 ml.<sup>[77, 78]</sup> Navíc pravidelně konzumované malé množství přijaté laktózy může zvyšovat práh její tolerance, především u mladších jedinců v období růstu. Mimo jiné je pro tento účel důležité udržování optimálního složení střevní mikroflóry, kde může pomoci suplementace probiotiky.<sup>[78, 81]</sup>

Jak už bylo výše zmíněno, laktóza se vyskytuje především v mléce a v mléčných výrobcích, které jsou dobrým zdrojem bílkovin, vápníku a vitamínu D, proto není žádoucí je úplně vyřadit ze stravy.<sup>[77]</sup> Jednou z možností náhrady jsou bezlaktózová mléka

a mléčné výrobky, jejichž obsah laktózy se pohybuje pod hranicí 0,01 g/100 ml nápoje nebo 100 g potravin. Také existují potraviny se sníženým obsahem laktózy, kde obsah nežádoucího disacharidu nepřekračuje hranici 1 g/100 ml nápoje nebo 100 g potravin.<sup>[81]</sup> Dále je třeba zmínit i rostlinná mléka, která se v dnešní době fortifikují o vápník, vitamin D, ale také třeba i o bílkoviny. U jedinců s vyšší tolerancí je možné vyzkoušet snášenlivost zakysaných mléčných výrobků, jako jsou například jogurty nebo keřirová mléka. Laktóza je v nich částečně fermentovaná na glukózu a galaktózu a glukóza na kyselinou mléčnou. Tyto výrobky obsahují i laktázu bakteriálního původu, jenž může být nápomocná ve zlepšení tolerance. Navíc krémová konzistence některých fermentovaných mléčných výrobků zpomaluje gastrointestinální transit a vyprazdňování žaludku, což má za následek pozvolný přísun laktózy do střeva a zmírnění symptomů onemocnění. Kromě mléka a mléčných výrobků můžeme laktózu nalézt i v dalších potravinách, kam byly mléko nebo nějaká z jeho složek (například syrovátka) v rámci technologických úprav přidány. Patří sem například čokoláda a cukrárenské výrobky, pekárenské výrobky, masné výrobky, instantní potraviny, slané pochutiny, zmrzlina, tuky a výrobky s obsahem tuků, mražené polotovary a mnoho dalších. Laktózu najdeme i v některých lécích, jako jsou antacida, analgetika, expektorancia, bronchodilatancia, mukolytika, antibiotika, ACE inhibitory a jiné.<sup>[78, 81]</sup>

Jednou z dalších možností terapie jsou suplementy obsahující enzym laktázu, který se podává těsně před nebo během požití konzumace potravin obsahujících laktózu.<sup>[77]</sup>

## 2.6.2 Alergie na bílkovinu kravského mléka

### 2.6.2.1 Definice, výskyt a patofyziologie

Alergie na bílkovinu kravského mléka (ABKM) je imunologicky podmíněná reakce na některou z bílkovin kravského mléka.<sup>[82]</sup> Jedná se o nejčastější potravinovou alergii u dětí a její výskyt se pohybuje v rozmezí 2–5 % světové populace.<sup>[83]</sup>

K hlavním alergenům kravského mléka patří kasein (především jeho typy  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ -, and  $\kappa$ -) a syrovátkové proteiny ( $\alpha$ -laktalbumin and  $\beta$ -laktoglobulin). Z hlediska patofyziologie můžeme rozdělit imunitně zprostředkované reakce na tyto proteiny do 4 skupin, jedná se o reakce IgE zprostředkované, non-IgE zprostředkované, smíšené a reakce zprostředkované buňkami.<sup>[84]</sup> Nejběžnější jsou v této souvislosti IgE zprostředkované reakce, nicméně se uvádí, že u 50 % kojenců a starších dětí s klinicky prokázanou alergií nebyly zaregistrovány žádné známky IgE mediované reakce.<sup>[82]</sup>

### 2.6.2.2 Příznaky

Toto onemocnění se projevuje především u jedinců v raném dětském věku, obvykle v prvních 6 měsících života. Se symptomy alergie na bílkovinu kravského mléka se často můžeme setkat již v průběhu prvního měsíce života jedince, zpravidla do týdne od zavedení kravského mléka do jejich jídelníčku. Do kontaktu s proteiny kravského mléka se novorozenci a kojenci mohou dostat i prostřednictvím mateřského mléka od matky konzumující mléko a mléčné výrobky.<sup>[84]</sup>

Gastrointestinální trakt a kůže představují nejčastější místa klinických projevů. Symptomy onemocnění se projevují individuálně, může se objevit pouze jeden, nebo naopak jich může být více. S projevy v orgánových soustavách to funguje na stejném principu, u někoho se může alergie projevit pouze v jedné, u někoho naopak ve více orgánových soustavách. Většina alergických reakcí na bílkovinu kravského mléka bývá mírné až střední intenzity, nicméně existují případy, kde reakce vyústila v život ohrožující anafylaktický šok.<sup>[84]</sup>

U non-IgE mediované reakce na bílkovinu kravského mléka je typický pozdější nástup příznaků od požití alergenu, obvykle více než po 2 hodinách. Nejčastěji se manifestuje v kůži a gastrointestinálním traktu<sup>[84]</sup>, například v podobě enterokolitického syndromu postihujícího celý gastrointestinální trakt a alergické proktitidy a proktokolitidy.<sup>[86]</sup>

Symptomy IgE zprostředkované reakce naopak nastupují velmi rychle, od několika minut až po 2 hodiny po požití kravského mléka. Pro tento typ reakce jsou typické například kopřivka, angioedém, zvracení a sípání. U smíšené IgE a non-IgE reakce, případně ještě v kombinaci s buňkami zprostředkovanými reakcemi, dochází také k projevům v oblasti kůže a trávicího traktu, a to v podobě eozinofily asociovaných onemocnění gastrointestinálního traktu a atopického ekzému.<sup>[84]</sup> Pro shrnutí a lepší přehlednost uvádím v Tabulce 8 vybrané klinické příznaky s procentuálním zastoupením pacientů.<sup>[82]</sup>

*Tabulka 8 Klinické příznaky alergie na bílkovinu kravského mléka s procentuálním zastoupením pacientů<sup>[82]</sup>*

Postižená orgánová soustava	Procentuální zastoupení pacientů	Klinické projevy
Gastrointestinální trakt	60 %	Zvracení, gastroezofageální reflux, průjem, malabsorpce, obstrukce, krvácení ze střeva
Kůže	50–60 %	Orální alergický syndrom, exantém, kopřivka, angioedém, ekzém
Respirační trakt	33 %	Rýma, expirační dyspnoe, kašel
Poruchy chování	10 %	Podrážděnost, abdominální koliky
Anafylaktická reakce	2 %	Pokles tlaku krve, šok

### 2.6.2.3 Diagnostika

Základem diagnostiky je anamnéza, fyzikální vyšetření, případně laboratorní testy. Před stanovením diagnózy alergie na bílkovinu kravského mléka je nutno vyloučit jinou příčinu klinických příznaků.<sup>[85]</sup>

V případě podezření na ABKM je podle platných doporučení Evropské společnosti pro dětskou gastroenterologii, hepatologii a výživu (ESPGHAN) zahájit eliminaci alergenu ze stravy.<sup>[83]</sup> Během diagnostického eliminačního testu je ze stravy dítěte,

případně ze stravy matky kojeného dítěte na dobu 2–4 týdnů eliminována bílkovina kravského mléka. V této době se hodnotí, jak pacient na eliminační dietu reaguje.<sup>[85]</sup>

Po eliminaci by měl následovat otevřený nebo zaslepený expoziční test spočívající v zařazení alergenu do jídelníčku pacienta. Jako nejúčinnější se označuje dvojitě zaslepený, placebem kontrolovaný expoziční test.<sup>[83]</sup> Zahajuje se 2-3 hodiny po posledním jídle a aby ho mohl pacient absolvovat, musí splňovat několik předpokladů. Dítě nesmí mít v době expozičního testu žádný z dříve uváděných symptomů a musí prospívat na eliminační dietě. V případě, že dítě již utrpělo těžkou alergickou reakci, je u něj přítomen atopický ekzém komplikující hodnocení testu nebo se u něj nedá předvídat reakce na expoziční test, je nutné, aby bylo během testu hospitalizováno. Pokud dítě mělo někdy v minulosti anafylaktickou reakci, eliminační test se u něj neprovádí. Mimo jiné je v některých případech nutné vyloučit možnost, že se jedná o laktózovou intoleranci. Za tímto účelem se využívají přípravky bez laktózy (především u dětí starších 3 let).<sup>[85]</sup>

V průběhu expozice se každých 30 minut zvyšuje dávka podávaného mléka. Ta záleží na tom, zda se očekává závažná reakce nebo ne. Pokud se neočekává závažná reakce, začíná se na 1 ml formule a pokračuje se přes 3 ml, 10 ml, 30 ml až na 100 ml formule. Pokud se předpokládá, že by vážná reakce mohla nastat, začíná se na mnohem menších dávkách a podávání vypadá následovně: 0,1 ml, 0,3 ml, 1 ml, 3 ml, 10 ml, 30 ml a nakonec 100 ml. Po dosažení maximální dávky musí být pacient minimálně 2 hodiny pozorován. V případě žádné reakce se může s testem pokračovat doma, to spočívá v podávání minimálně 200 ml formule denně po dobu 2 týdnů.<sup>[85]</sup>

Dále existují alergologické kožní testy a testy na přítomnost specifických IgE protilátek, které však nejsou dostačující k jasnému stanovení diagnózy.<sup>[84]</sup>

#### 2.6.2.4 Léčba a prognóza

Jedinou možností terapie je vyloučení bílkovin kravského mléka ze stravy jedince. U kojených pacientů musí i matka vyřadit mléko a mléčné produkty ze svého jídelníčku, ideálně za současné suplementace vápníku, protože v období laktace má žena vyšší nároky na příjem vápníku a mléko a mléčné výrobky představují jeho hlavní zdroj. Uvádí se, že je potřeba až 72 hodin k tomu, aby bylo mateřské mléko zbaveno antigenů, které se do něj dostali z přijatého kravského mléka.<sup>[1, 2, 84]</sup> Dokonce některé zdroje uvádí, že v mateřském mléce byly antigeny bílkovin kravského mléka patrné ještě 7. den po zahájení eliminační diety u matky.<sup>[83]</sup> U nekojených jedinců se využívá jako náhrada

mléka extenzivní hydrolyzát, jenž je snášen 90 % postižených kojenců. V případě, že ani tento terapeutický preparát není účinný, je indikována aminokyselinová formule. Tyto směsi aminokyselin jsou prvním lékem především u těžkých případů alergie na bílkovinu kravského mléka, jakou jsou kojenci s anafylaktickými reakcemi, kojenci s vážnými enteropatiemi za přítomnosti hypoproteinémie nebo neprospívání nebo pacienti s mnohočetnými potravinovými alergiemi.<sup>[82, 85]</sup> U dětí nad 6 měsíců je možné používat i formuli na bázi sóji.<sup>[83]</sup>

Vzhledem k hojnému počtu výskytu zkřížených reakcí se u pacientů s ABKM nedoporučuje konzumovat ovčí, kozí ani jakákoli jiná savčí mléka. Stejně tak není žádoucí nahrazovat kravské mléko rostlinnými mléky, protože z nutričního hlediska nejsou rostlinná mléka pro kojence dostačující.<sup>[85]</sup> V terapii se nevyužívají ani formule s částečně hydrolyzovanou bílkovinou, a to z důvodu zbytkové antigenicity. Nicméně, z hlediska prevence hrají tyto formule důležitou roli.<sup>[82]</sup>

Další možností je farmakoterapie, jenž má smysl pouze u jedinců s anafylaktickými reakcemi nebo s mnohočetnými potravinovými alergiemi, kde je obtížné eliminovat alergen z jídelníčku.<sup>[85]</sup>

Z hlediska prognózy jsou na tom hůře pacienti s IgE-zprostředkovanou reakcí na bílkovinu kravského mléka. Až u 50 % jedinců alergie vymizí už v 1 roce života, ve věku 3 a více let už je to u 75 % jedinců a od věku 6 let se procento „uzdravených“ dětí pohybuje nad 90 %. Z toho důvodu se po určité době terapie (6-18 měsíců) opakuje expoziční test, aby se zjistilo, zda je ještě nutné dodržovat eliminační dietu nebo ne.<sup>[85]</sup>

#### 2.6.2.5 Prevence

Je známo několik preventivních opatření, která mohou mít vliv na vznik ABKM. Důležité je identifikovat rizikové jedince a věnovat jim z hlediska prevence zvýšenou pozornost. Jedním z opatření je snížení expozice potravinovým alergenům, především v období gravidity, kojení a během kojenecké diety. Mateřské mléko je samo o sobě považováno za hypoalergenní a mimo jiné má celou řadu pozitivních účinků na vývoj a zdraví dítěte, proto nelze v tomto směru opomenout jeho nenahraditelnou roli. V případě nedostatečné laktace matky se využívají již zmiňované hypoalergenní preparáty.<sup>[82]</sup> Kromě toho se doporučuje zavádět nemléčné příkrmy v období tzv. imunitního okna mezi 4. a 6. měsícem života dítěte. V tomto období se díky expozici potravinovým antigenům navozuje imunologická tolerance kojení.<sup>[87]</sup> Do jídelníčku by se měla zavádět

vždy pouze jedna nová potravina. Dále může pomoci redukce aeroalergenů, nekuřácké prostředí a minimalizace vzniku infektů.<sup>[82]</sup> Potenciál je popsán i u suplementace probiotik.<sup>[83]</sup>



## 2.7 Zdroje vápníku a jeho využitelnost

Vápník můžeme nalézt v potravinách živočišného i rostlinného původu a mimo jiné je obsažen i v některých minerálních vodách. U jedinců, kteří nemohou přijímat dostatečné množství vápníku v potravě se přistupuje k užívání suplementů.<sup>[1, 97, 98]</sup>

### 2.7.1 Vápník v potravinách živočišného původu

Z hlediska obsahu i využitelnosti jsou nejlepším zdrojem vápníku mléko a mléčné výrobky, právě z nich má průměrný jedinec 50-70 % denního příjmu vápníku. Kromě toho obsahují vitamin D, laktózu a kaseinové fosfopeptidy, které vstřebávání kalcia podporují. Jejich další výhodou je fakt, že u nich ani po různých úpravách nedochází ke ztrátám kalcia. Například při výrobě odstředěného mléka, sušeného mléka nebo jogurtů si výsledné produkty zachovávají veškerý původní vápník přítomný v mléce před zpracováním. Využitelnost vápníku se u mléka a mléčných výrobků pohybuje kolem 32 %.<sup>[1, 92, 93]</sup>

Dalšími živočišnými produkty, které obsahují vápník, jsou vejce a ryby. U vajec je ho nejvíce přítomno ve vaječném žloutku, z ryb je třeba vyzdvihnout zejména konzervované lososy, sardinky a sledě, neboť se konzumují i s kostmi a díky tomu mohou představovat významný zdroj vápníku. Nicméně, pro vysoký obsah tuku se nedoporučuje jejich konzumace ve velkém množství.<sup>[1]</sup>

### 2.7.2 Vápník v potravinách rostlinného původu

U rostlinných zdrojů je využitelnost často omezena různými látkami, jež snižují vstřebávání vápníku ve střevě. Jedná se například o kyselinu fytovou (luštěniny, olejniny, cereálie) nebo kyselinu šťavelovou (špenát, červená řepa, rebarbora), které tvoří s vápníkem a jinými minerálními látkami, pokud jsou přijímány současně, nerozpustné komplexy a snižují jejich vstřebatelnost.<sup>[2, 20, 21]</sup> Podobný efekt mají také polyfosfáty obsažené například v pečivu.<sup>[94]</sup> I přesto je nutno zmínit některé zástupce, kteří se na denním příjmu vápníku mohou podílet nemalou mírou. Jsou to například mandle, lískové ořechy, mák, sezamová semínka, chia semínka, čočka, fazole, pomeranče, špenát, zelí, kapusta, fíky, brokolice, rebarbora, tofu a kakao. V dnešní době se obohacují o vápník i rostlinná mléka nebo pomerančový džus, kde sklenice daného nápoje může poskytnout 30-50 % doporučené denní dávky vápníku.<sup>[95, 96]</sup> Z hlediska využitelnosti

si u rostlinné stravy můžeme všimnout velkých rozdílů. Například absorpce vápníku získaného z brokolice se pohybuje kolem 61 %, u čínského zelí 54 % a u kapusty 49 %, zatímco u špenátu dosahuje pouhých 5 %.<sup>[1]</sup>

### 2.7.3 Obsah vápníku ve vybraných potravinách a jeho využitelnost

V následující tabulce uvádím pro zajímavost obsah a využitelnost vápníku v jedné běžné porci vybraných potravin. Dále je v tabulce uvedeno, kolik by bylo potřeba porcí vybrané potraviny, aby se množství vstřebaného vápníku vyrovnala jedné sklenici mléka. Nicméně hodnoty jsou pouze orientační, neboť stejné potraviny různých značek se mohou v obsahu a využitelnosti kalcia lišit. <sup>[101]</sup>

Tabulka 9 Obsah a využitelnost vápníku v jedné běžné porci vybraných potravin<sup>[101]</sup>

Potravina	Velikost porce	Obsah vápníku v jedné porci (mg)	Odhadovaná absorpce (%)	Množství vstřebaného kalcia (mg)	Počet porcí, které se svým obsahem vápníku vyrovnají 250 ml vápníku
Mléko	250 ml (1 hrnek)	310	32,1	99,5	1
Čedar	50 g	337	32,1	108,2	1
Jogurt	175 ml	272	32,1	87,3	1
Špenát (vařený)	125 ml (1/5 hrnku)	129	5,1	6,6	15,25
Brokolice (vařená)	125 ml (1/5 hrnku)	33	61,3	20,2	5
Kapusta (vařená)	125 ml (1/2 hrnku)	49	49,3	24,2	4
Mandle	60 ml (1/4 hrnku)	97	21,2	20,6	4,75
Sezamová semínka	60 ml (1/4 hrnku)	23	20,8	4,8	20,75
Bílé fazole	125 ml (1/2 hrnku)	85	21,8	18,5	5,5
Červené fazole	125 ml (1/2 hrnku)	26	24,4	6,3	15,75
Celozrnný chléb	35 g (plátek)	26	82	21,3	4,75
Pšeničné otruby	27 g	19	38	7,2	13,75
Pomerančový džus obohacený vápníkem	125 ml (1/2 hrnku)	155	36,3	56,3	1,75
Tofu (připravené s kalcium fosfátem)	85 g	171	31	53	2
Sójový nápoj s fosforečnanem vápenatým	250 ml (1 hrnek)	319	24	76,6	1,25

#### 2.7.4 Vápník v minerálních vodách

I minerální vody se mohou podílet na denním příjmu vápníku. Některé zdroje dokonce uvádějí, že využitelnost kalcia je zde srovnatelná s mlékem a mléčnými výrobky, v některých případech dokonce i vyšší (23,8-47,5 %). Na druhou stranu jeho koncentrace je v minerálních vodách ve srovnání s mlékem a mléčnými výrobky obecně mnohem nižší. Tabulka 10 uvádí obsah vápníku ve vybraných přírodních minerálních vodách dostupných v ČR.<sup>[97]</sup>

*Tabulka 10 Vybrané přírodní minerální vody dostupné v ČR a obsah vápníku<sup>[97]</sup>*

Název	Obsah vápníku (mg/l)
Evian	80
Dobrá voda	6
Hanácká kyselka	266
Korunní	68,4
Magnesia	37,4
Mattoni	84,5
Ondrášovka	210
Poděbradka	158

### 2.7.5 Suplementace vápníkem

Vápník se v suplementech vyskytuje v různých formách, například ve formě uhličitanu vápenatého, chloridu vápenatého, kalcium-glukonátu, citrátu a dalších. Přípravky se liší například biologickou dostupností vápníku a obsahem elementárního vápníku. Indikují se v případě, že jedinec nemůže nebo nechce z nějakého důvodu přijímat dostatečné množství vápníku v potravě. Jednorázová dávka může obsahovat až 500 mg vápníku, právě do této dávky se rychlost vstřebávání s rostoucí dávkou rychle zvyšuje, neboť u takového množství převažuje ve střevě vstřebávání aktivním transportem. Při překročení dávky se začíná uplatňovat pasivní transport a množství vstřebaného kalcia roste pomaleji. Ideální je podávat 500 mg vápníku na noc, protože v noci dosahuje osteoresorpce svého vrcholu a tímto způsobem je možné docílit jeho snížení. Mimo jiné se za účelem zlepšení střevní absorpce kalcia doporučuje současné podávání vitamínu D. Suplementy se podávají orálně, u jedinců s těžkou poruchou střevního vstřebávání je možné podávat je nitrožilně.<sup>[15, 98]</sup>

Suplementace vápníkem může být doprovázena nežádoucími účinky, záleží především na druhu přípravku. Například se může jednat o zácpu, plynatost, tlak v žaludku. Při předávkování se setkáváme s příznaky hyperkalcémie jako jsou zvracení, nechutenství, malátnost, bolesti svalů a kloubů, žízeň, polyurie a ve vážných případech může dojít až k srdeční dysrytmii.<sup>[98]</sup>

## 2.8 Doporučený příjem vápníku

V následujících tabulkách se nachází doporučené denní dávky vápníku podle pohlaví a věku. Pro zajímavost a porovnání uvádím doporučení podle Světové zdravotnické organizace a Organizace pro výživu a zemědělství (WHO a FAO) a doporučení pro německy mluvící země (DACH, určené pro Německo, Rakousko a Švýcarsko), které jsou zaměřené na užší okruh populace a které jsou České republice nejbližší. Nicméně si můžeme všimnout, že rozdíly mezi hodnotami v obou tabulkách jsou minimální.<sup>[4, 99]</sup>

Doporučené denní dávky vápníku (podle WHO a FAO) podle pohlaví a pro různé věkové kategorie ukazuje Tabulka 11.<sup>[4]</sup>

*Tabulka 11 Doporučené denní dávky vápníku podle WHO a FAO - rozdělení podle pohlaví a věku<sup>[4]</sup>*

Věková skupina	Doporučená denní dávka (mg/den)
0-6 měsíců (mateřské mléko/krajské mléko)	300/400
7-12 měsíců	400
1-3 roky	500
4-6 let	600
7-9 let	700
10-18 let	1300
Ženy od 19 let až do období menopauzy	1000
Ženy po menopauze	1300
Muži ve věku 19-65 let	1000
Muži ve věku nad 65 let	1300
Těhotné ženy	1300
Ženy v laktaci	1000

Tabulka 12 Doporučené denní dávky vápníku pro německy mluvící země (DACH) - rozdělení podle pohlaví a věku<sup>[99]</sup>

Věk	Doporučený příjem kalcia v mg/den
0-3 měsíce	220
4-12 měsíců	300
1-3 roky	600
4-6 let	750
7-9 let	900
10-12 let	1100
13-14 let	1200
15-18 let	1200
19-64 let	1000
65 a více	1000
Těhotné ženy	1000
Těhotné ženy pod 19 let	1200
Ženy v období laktace	1000
Ženy v období laktace pod 19 let	1200

### 2.8.1 Potřeba vápníku v různých etapách života

Jak si můžeme všimnout z tabulek, doporučený příjem vápníku se v různých obdobích života liší. Kromě věku berou tato doporučení v úvahu i pohlaví jedince a jeho fyziologický stav.<sup>[99]</sup> Doporučení se vztahují na zdravé jedince za účelem zabránit deficitu vápníku a tím pádem se vyhnout komplikacím a onemocněním, jež jsou spojena s tímto deficitem. Kromě toho má doporučený příjem vápníku u dětí a dospívajících zajistit správný vývoj kostry a dosažení nejvyššího možného maxima kostní hmoty.<sup>[1, 14, 15, 64]</sup>

V dětství a v období dospívání jsou nároky na příjem kalcia vyšší z důvodu růstu kostry, kdy během procesu remodelace kosti převažuje novotvorba kostní hmoty nad kostní resorpcí. V prvním roce života dítěte dochází k nejvyššímu ukládání vápníku do kostí. V tomto období by mělo být zdrojem především mateřské mléko, jehož výhodou je, že se z něj vstřebává až 55-60 % vápníku, což je o 15-20 % více než by se vstřebalo z průměrných umělých mléčných formulí. Tyto zvýšené nároky pokračují až do puberty, kdy dosahují svého maxima, protože tehdy je růst nejintenzivnější.<sup>[14]</sup>

V dospělosti dosahuje jedinec vrcholu kostní hmoty a na určité období (kolem 5 let) jsou novotvorba kosti a její resorpce v rovnováze. Poté se tento proces postupně posouvá ve prospěch kostní resorpce.<sup>[75]</sup> Nicméně ubývání kostní hmoty není jen otázkou věku, hrají zde důležitou roli i například genetika, hormony a celkově životní styl jedince. Potřeby jedince jsou po dobu dospělosti ustálené a už ne tak vysoké jako v předchozích obdobích, pohybují se kolem 1000 mg vápníku na den.<sup>[14, 99]</sup>

V pozdějším věku je pro ženy zásadní období menopauzy, kdy s poklesem produkce estrogenu klesá i vstřebávání vápníku ve střevě, a naopak se zvyšují ztráty vápníku močí. Dochází k výraznému posunu remodelace ve prospěch kostní resorpce s následkem nenávratných ztrát kostní hmoty.<sup>[14]</sup> Proto je v klimakteriu nutné zvýšit příjem vápníku až na 1300 mg na den.<sup>[4]</sup> U mužů je ubývání kostní hmoty postupné a od věku 65 let představuje úbytek kostní hmoty 1-2 % za rok.<sup>[14]</sup>

Jak už bylo zmíněno, potřeba vápníku se neřídí jen věkem, například období těhotenství nebo laktace vyžadují z hlediska příjmu vápníku také zvýšenou pozornost.<sup>[99]</sup>

V období těhotenství je nejvyšší potřeba vápníku u plodu ve třetím trimestru, kdy plod potřebuje 200-250 mg vápníku denně k udržení růstu kostry.<sup>[14]</sup> V souvislosti s kalcie dochází během těhotenství k fyziologickým změnám v podobě jeho zvýšeného vstřebávání, které může dosáhnout až dvojnásobku své původní hodnoty. Kromě toho se zvyšuje i jeho glomerulární filtrace a jeho exkrece ledvinami. V pozdních fázích těhotenství se zvyšuje i kostní resorpce. To jsou však jen dočasné adaptační mechanismy a zpravidla nepředstavují zvýšené riziko osteoporózy. Existují studie, které dokazují, že zvýšený příjem vápníku u těhotné ženy starší 19 let nepředstavuje žádný benefit, proto je doporučená dávka vápníku stejná, jako u běžného dospělého jedince, tedy 1000 mg na den. U těhotných dívek mladších 19 let už jsou doporučení vyšší, pohybují se kolem 1200 mg kalcia na den.<sup>[99, 100]</sup>



Obsah vápníku v mateřském mléce je homeostaticky regulován, příjem vápníku matky v laktaci tedy nehraje zásadní roli v ovlivnění jeho obsahu v mateřském mléce. I zde dochází k fyziologickým změnám podobně jako v těhotenství s tím rozdílem, že v tomto případě za účelem poskytnutí většího množství vápníku dominuje kostní resorpce. Hustota kostních minerálů u matky může v období výlučného kojení (během 2-6 měsíců) klesnout o 5 až 10 %. Nicméně i zde se jedná o adaptační mechanismy, které nepředstavují zvýšené riziko vzniku osteoporózy a v průběhu 6 až 12 měsíců po ukončení kojení se hustota kostních minerálů vrací do normy. Doporučené denní dávky jsou stejné jako u těhotných žen.<sup>[14, 99]</sup>

## 3 Praktická část

### 3.1 Cíle výzkumu

Cílem výzkumu praktické části mé diplomové práce je primárně zmapovat příjem vápníku u jedinců, kteří mají z nějakého důvodu omezený nebo úplně vyloučený příjem mléka a mléčných výrobků, tedy potravin, ze kterých zdravý člověk přijímá běžně 50-70 % denního příjmu této minerální látky.<sup>[92, 93]</sup> Mimo jiné se snaží zmapovat i suplementaci vápníku, povědomí účastníků výzkumu o zásadách ohledně jeho příjmu a jeho zdrojích a v neposlední řadě si klade za cíl zhodnotit životní styl respondentů a s ním související rizikové faktory onemocněních jako je osteoporóza.

### 3.2 Hypotézy výzkumu

Pro svůj výzkum jsem si stanovil následující hypotézy:

#### **Hypotéza 1**

H<sub>0</sub>: Mezi doporučenou denní dávkou vápníku 1000 mg a zjištěnými hodnotami jeho denního příjmu ve výzkumném souboru nebude signifikantní rozdíl.

H<sub>a</sub>: Mezi doporučenou denní dávkou vápníku 1000 mg a zjištěnými hodnotami jeho denního příjmu ve výzkumném souboru bude signifikantní rozdíl.

#### **Hypotéza 2**

H<sub>0</sub>: Rozdíl v příjmu vápníku mezi skupinou užívající suplementy obsahující vápník a skupinou, která tyto suplementy neužívá, nebude signifikantní.

H<sub>a</sub>: Rozdíl v příjmu vápníku mezi skupinou užívající suplementy obsahující vápník a skupinou, která tyto suplementy neužívá, bude signifikantní.

### 3.3 Metody tvorby a analýzy dat

Pro svůj výzkum jsem zvolil kvantitativní metodu výzkumu spočívající v anonymním dotazníku, jenž je určen dospělým jedincům, kteří mají z nějakého důvodu omezený nebo vyloučený příjem mléka a mléčných výrobků. Soubor je zastoupen respondenty různých věkových kategorií a z hlediska pohlaví především ženami. Výzkumný soubor je charakterizován v kapitole „Výsledky výzkumu“ v prvních dvou podkapitolách shrnujících otázky č.1 až 4 (věk, pohlaví, váha, výška a vypočítané BMI).

Dotazník je tvořen výběrovými a výčtovými uzavřenými otázkami a mimo jiné také otázkami s otevřenou odpovědí. V části zkoumající užívání suplementů a frekvenci konzumace vybraných potravin a nápojů jsem vytvořil tabulky s buňkami, kam se vepisovaly otevřené odpovědi.

Dotazník se skládá ze třiceti otázek. První dvě třetiny se zaměřují na obecné informace o respondentech (pohlaví, věk, váha, výška), na jejich životní styl, onemocnění, užívané léky, suplementy a také na povědomí o zdrojích vápníku a zásad v jeho přijímání. Poslední třetina otázek zkoumá frekvenci příjmu vybraných potravin a nápojů. Dotazníkové šetření probíhalo od 1.září do 9.října 2019. Dotazník jsem vytvořil v elektronické podobě pomocí stránek survio.com a odkaz na něj jsem zveřejnil na facebookových skupinách sdružujících jedince trpící na laktózovou intoleranci, alergii na bílkovinu kravského mléka a také ty, kteří ve své dietě omezují nebo vylučují mléko a mléčné výrobky z nějakých jiných důvodů, například matky kojící děti s alergií na bílkovinu kravského mléka nebo s podezřením na ni.

Dotazníky mi vyplnilo celkem 192 respondentů. Nicméně, někteří respondenti nevyplnili dotazník úplně nebo nesplňovali podmínky pro zařazení do výzkumu, a tak jsem jich musel celkem 56 vyřadit. Ke zhodnocení jsem tedy získal 136 dotazníků.

Výsledky z první části, tedy z prvních dvou třetin otázek, jsem zpracoval za pomoci základních statistických metod a data shrnul do tabulek, z nichž některé kromě absolutní četnosti odpovědí obsahují i jejich procentuální zastoupení. Pro větší přehlednost jsem data graficky znázornil ve formě výšečových a sloupcových grafů. Kromě toho jsem získaná data porovnal se stanovenými hypotézami.

Co se týče hodnocení frekvenčního dotazníku, data ohledně obsahu vápníku ve vybraných potravinách jsem čerpal na internetových stránkách [mojemedicina.cz](http://mojemedicina.cz), [nutridatabaze.cz](http://nutridatabaze.cz),

bezpecnostpotravin.cz, vyzivapol.cz a osteoporosis.org.au. Vypočítané výsledky jsou porovnávány se stanovenými hypotézami a vypočítaný příjem vápníku s doporučeními pro německy mluvící země (DACH, určené pro Německo, Rakousko a Švýcarsko), které jsou zaměřené na užší okruh populace a které jsou České republice nejbližší. I v tomto případě jsou data zpracována za využití základních statistických metod, shrnuta do tabulek a graficky znázorněna v grafech.

### 3.4 Výsledky výzkumu

#### Otázka č. 1: Věk

Otázka týkající se věku měla otevřenou odpověď, věk respondentů jsem seřadil od nejnižšího po nejvyšší a takto seřazené údaje jsem vložil do tabulky. Následně jsem za účelem vytvoření přehledného grafu rozdělil respondenty do 4 věkových kategorií.

Z grafu i z tabulek si můžeme všimnout, že s rostoucím věkem, respektive s rostoucí věkovou kategorií, se počet respondentů snižuje. Nejvíce zastoupenou skupinou jsou tedy respondenti ve věku 18-30 let, kterých je 50,7 %, jako poměrně hojně zastoupenou věkovou kategorií můžeme označit i skupinu ve věku 31-40 let s podílem 37,5 %. Respondentů spadajících do vyšších věkových kategorií je výrazně méně, kategorie 41-50 let zahrnuje 9,6 % respondentů a jedinců starších 51 let jsou pouhá 2,2 %. Průměrný věk účastníků výzkumu je 31 let a nejčastěji se v souboru vyskytoval věk 31 let, konkrétně 13krát. Nejmladší respondent je ve věku 18 let a nejstarší dosáhl věku 73 let.

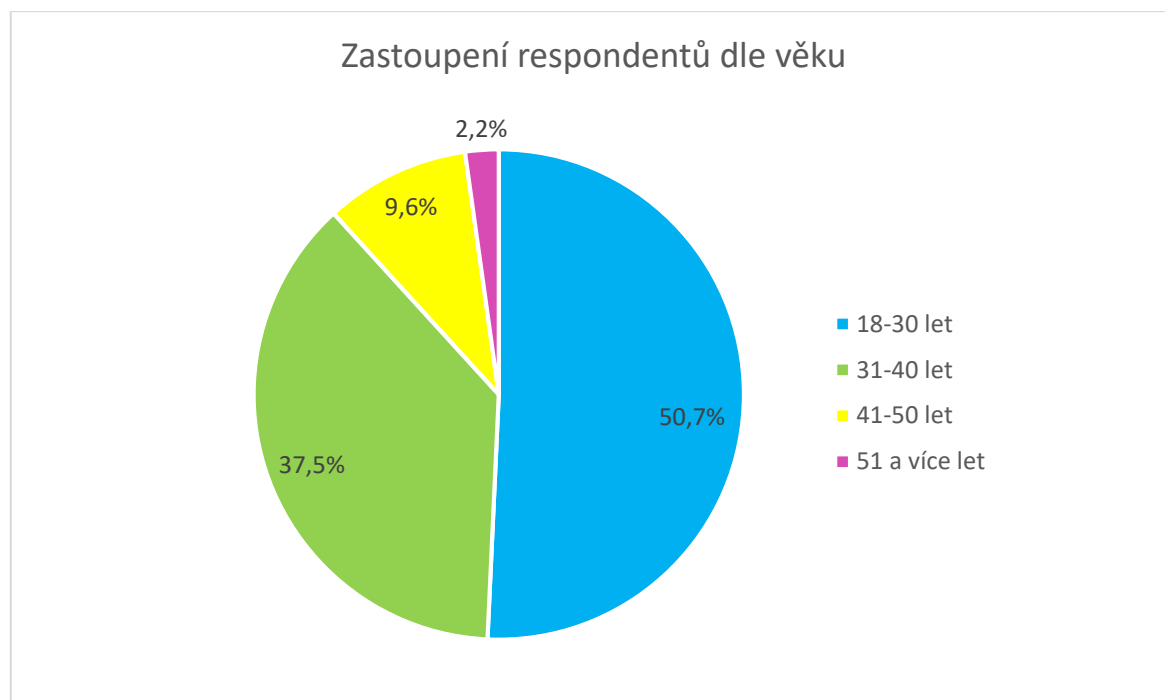
*Tabulka 13 Věk respondentů*

Věk	Počet	Věk	Počet	Věk	Počet	Věk	Počet	Věk	Počet
18	2	25	6	32	4	39	3	47	2
19	2	26	8	33	9	40	2	48	1
20	1	27	6	34	3	41	1	52	1
21	4	28	10	35	8	42	3	53	1
22	2	29	8	36	4	43	2	73	1
23	5	30	8	37	2	45	2		
24	7	31	13	38	3	46	2		

Tabulka 14 Věková rozmezí respondentů

Věkové rozmezí	Počet respondentů	Podíl
18-30 let	69	50,7 %
31-40 let	51	37,5 %
41-50 let	13	9,6 %
51 a více let	3	2,2 %

Graf 1 Zastoupení respondentů v jednotlivých věkových kategoriích



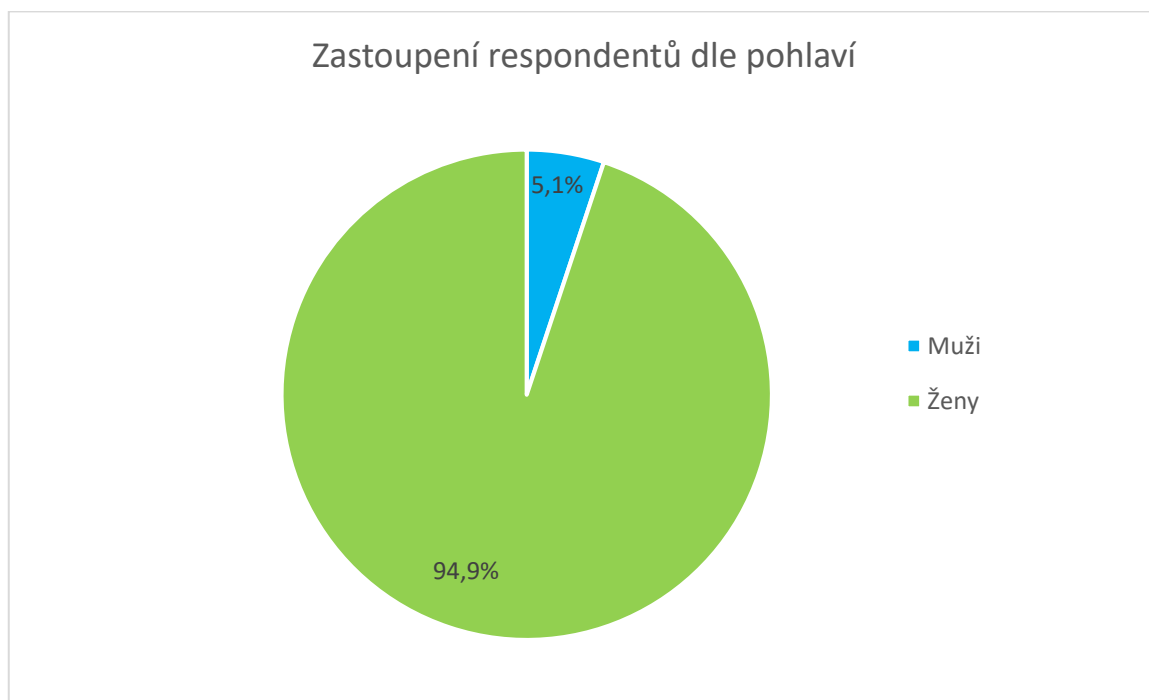
### Otázky č. 2, 3. a 4.: Váha, výška a zastoupení respondentů dle pohlaví

Dotazníkového šetření se zúčastnilo 136 respondentů. Naprostou většinu, konkrétně 94,9 %, tvoří ženy. Respondentů mužského pohlaví je pouhých 5,1 %. Pro větší přehlednost je zastoupení pohlaví ve výzkumném souboru zobrazeno v Tabulce 15 a Grafu 2.

*Tabulka 15 Zastoupení respondentů dle pohlaví*

Pohlaví	Počet respondentů	Podíl
Muži	7	5,1 %
Ženy	129	94,9 %

*Graf 2 Zastoupení respondentů dle pohlaví*



Následující tabulka (Tabulka 16) pak hodnotí soubor žen a mužů z hlediska váhy, výšky a z nich vypočítaného BMI. Mimo jiné ukazuje jak průměrné (průměrná výška, váha a BMI), tak i extrémní hodnoty (nejvyšší a nejnižší váha, výška a BMI). Pro zajímavost uvádím i nejčastěji zastoupenou výšku a váhu u obou pohlaví. Nicméně, hodnoty charakterizující skupinu mužů nemají vzhledem k velmi malému zastoupení v souboru takovou vypovídající hodnotu, jako je tomu u žen, jejichž zastoupení je mnohonásobně vyšší.

Tabulka 16 Charakteristika výzkumného souboru z hlediska výšky, váhy a BMI

	Muži	Ženy
Průměrná výška	179 cm	169 cm
Nejvyšší jedinec	185 cm	185 cm
Nejnižší jedinec	172 cm	153 cm
Nejčastěji zastoupená výška	178 cm	168 cm
Průměrná váha	71 kg	65 kg
Největší váha	80 kg	112 kg
Nejmenší váha	49 kg	45 kg
Nejčastěji zastoupená váha	78 kg	55 kg
Průměrné BMI	22,2	22,9
Nejnižší BMI	15,5	15,8
Nejvyšší BMI	26,4	36,8

Tabulky 17 a 18 a grafy 3 a 4 znázorňují stav výživy respondentů ženského a mužského pohlaví podle BMI. Jak už bylo zmíněno výše, u mužů nemají data příliš velkou výpovědní hodnotu, protože je jich v souboru minimální počet. Pro zajímavost však uvádím jejich zastoupení podle BMI a podle něj určeného stavu výživy. Nejvíce mužů, konkrétně 5, spadá do normy, jeden muž se pohybuje v rozmezí podváhy a jeden muž v rozmezí nadváhy. Žádný z mužů nedosahuje hodnot, které se označují jako stav obezity (viz. Tabulka 18). U žen je zastoupení u jednotlivých stavů výživy díky mnohonásobně většímu počtu pestřejší. I zde však dominuje BMI charakterizované jako norma a spadá do něj 60 % respondentek. Nemalý podíl z výzkumného souboru žen mají i zástupkyně s BMI v rozmezí nadváhy, jedná se o 24 %. 12 % žen jsou zástupkyněmi podváhy a zbylá

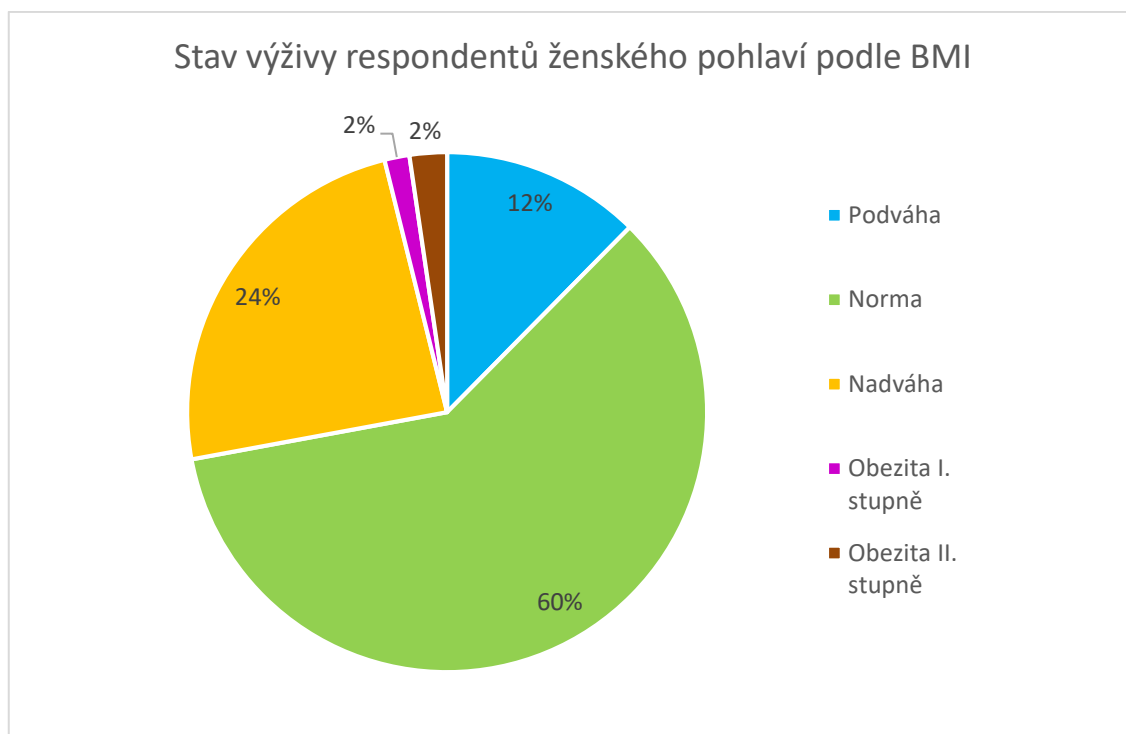


4 % jsou rovnoměrně rozložena mezi obezitu I. stupně a obezitu II. stupně. Obezity III. stupně nedosahuje žádná z respondentek.

*Tabulka 17 Klasifikace stavu výživy podle BMI<sup>[102]</sup> a podíl respondentů ženského pohlaví v jednotlivých skupinách*

Hodnota BMI	Počet respondentů	Podíl	Klasifikace stavu výživy
≤ 18,5	16	12 %	Podváha
18,5–24,9	77	60 %	Norma
25-29,5	31	24 %	Nadváha
30-34,9	2	2 %	Obezita I. Stupně
35-39,9	3	2 %	Obezita II. stupně
≥ 40	0	0 %	Obezita III. Stupně

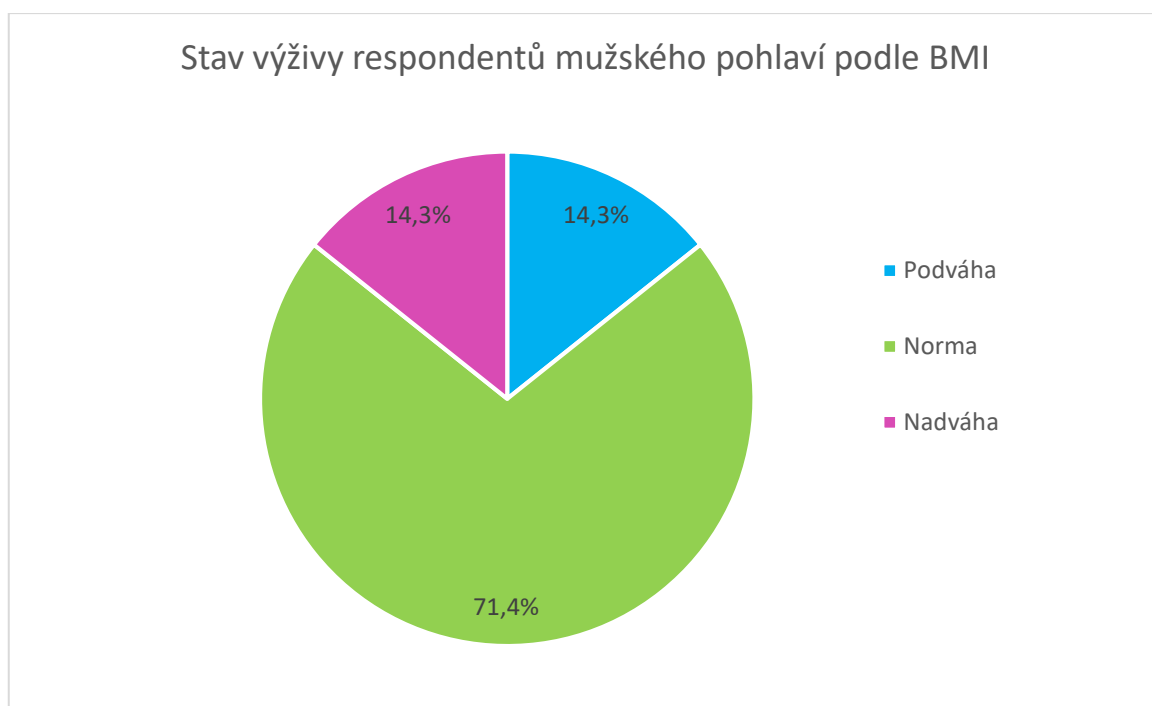
*Graf 3 Stav výživy respondentů ženského pohlaví podle BMI*



Tabulka 18 Klasifikace stavu výživy podle BMI<sup>[102]</sup> a podíl respondentů mužského pohlaví v jednotlivých skupinách

Hodnota BMI	Počet respondentů	Podíl	Klasifikace stavu výživy
≤ 18,5	1	14,3 %	Podváha
18,5–24,9	5	71,4 %	Norma
25-29,5	1	14,3 %	Nadváha
30-34,9	0	0 %	Obezita I. stupně
35-39,9	0	0 %	Obezita II. stupně
≥ 40	0	0 %	Obezita III. stupně

Graf 4 Stav výživy respondentů mužského pohlaví podle BMI



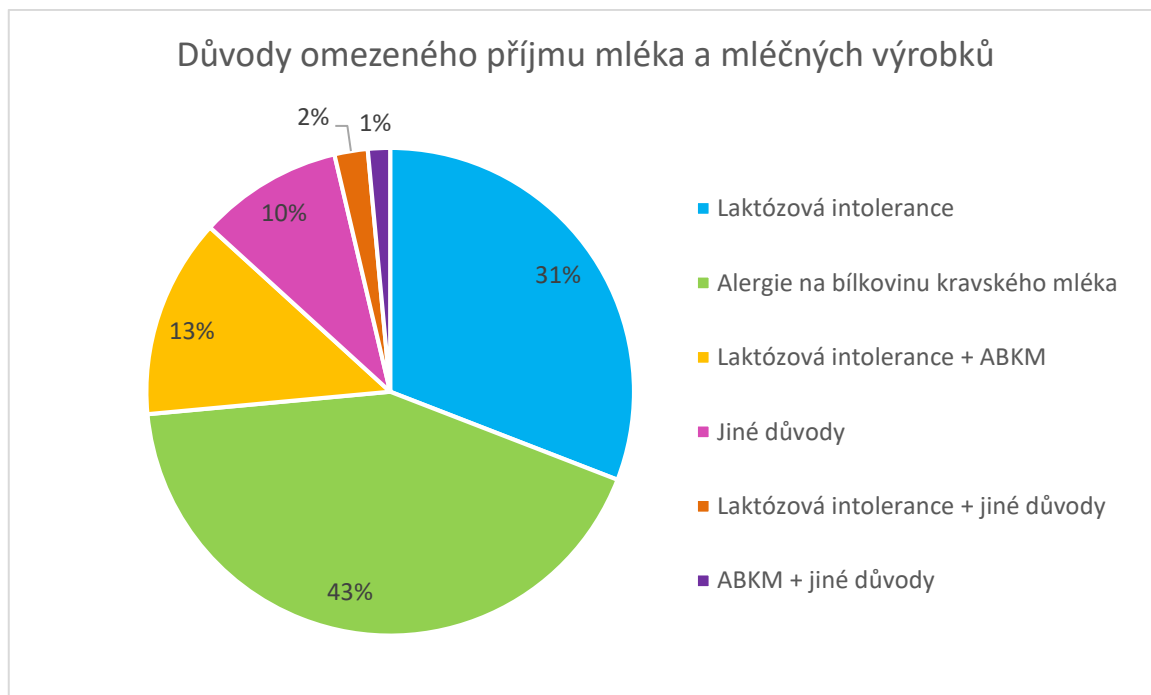
#### Otázka č. 5: Z jakého důvodu máte omezený příjem mléka a mléčných výrobků?

U této otázky bylo možné zaškrtnout více odpovědí zároveň. 63 respondentů označilo, že má omezený příjem mléka a mléčných výrobků z důvodu laktóзовé intolerance, 78 z důvodu alergie na bílkovinu kravského mléka a 18 jedinců uvedlo jiné důvody. Podle možných kombinací odpovědí jsem rozdělil respondenty do 6 skupin a pro větší přehlednost jsem uvedl počet respondentů v jednotlivých skupinách a jejich procentuální zastoupení v následující tabulce (Tabulka 19) a grafu (Graf 5). Dominovala skupina jedinců, jejichž omezený příjem mléka a mléčných výrobků vychází z diagnostikované alergie na bílkovinu kravského mléka. Tato skupina tvoří 43 % respondentů. Druhou nejčastěji zastoupenou skupinou s procentuálním zastoupením 31 % jsou respondenti trpící na laktóзовou intoleranci. S podílem 13 % následuje skupina jedinců, kterým byla diagnostikována jak laktóзовá intolerance, tak i alergie na bílkovinu kravského mléka. 10 % respondentů zaškrtnulo pouze možnost „jiné důvody“, 2 % uvedla jako důvod omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků laktóзовou intoleranci v kombinaci ještě s nějakým jiným důvodem a 1 % vybralo alergii na bílkovinu kravského mléka a zároveň nějaký jiný důvod.

*Tabulka 19 Nejčastější důvody omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů*

Důvod omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků	Počet respondentů	Podíl
Laktóзовá intolerance	42	31 %
Alergie na bílkovinu kravského mléka	58	43 %
Laktóзовá intolerance + ABKM	18	13 %
Jiné důvody	13	10 %
Laktóзовá intolerance + jiné důvody	3	2 %
ABKM + jiné důvody	2	1 %

Graf 5 Procentuální zastoupení respondentů u jednotlivých důvodů omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků



Co se týče jiných důvodů omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků, respondenti nejčastěji uváděli, že tyto potraviny vyřazují kvůli kojení dítěte, které trpí alergií na bílkovinu kravského mléka. Z 18 respondentů, kteří jako jednu z odpovědí uvedli „jiné důvody“, jich právě 11 vyřazuje zmíněné potraviny právě z důvodu kojení dítěte s ABKM. Druhý nejčastější jiný důvod bylo podezření na ABKM u kojeného dítěte (4 respondenti). Z dalších odpovědí se objevila ještě histaminová intolerance, etické důvody a reflux. Jejich podíl je však minimální. Údaje jsou pro větší přehlednost uvedeny v Tabulce 20.

Tabulka 20 Jiné důvody omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů

Jiné důvody	Počet respondentů	Podíl
Kojící matka s dítětem trpícím na ABKM	11	61,1 %
Kojící matka s dítětem, u kterého je podezření na ABKM	4	22,2 %
Etické důvody	1	5,6 %
Histaminová intolerance	1	5,6 %
Reflux	1	5,6 %

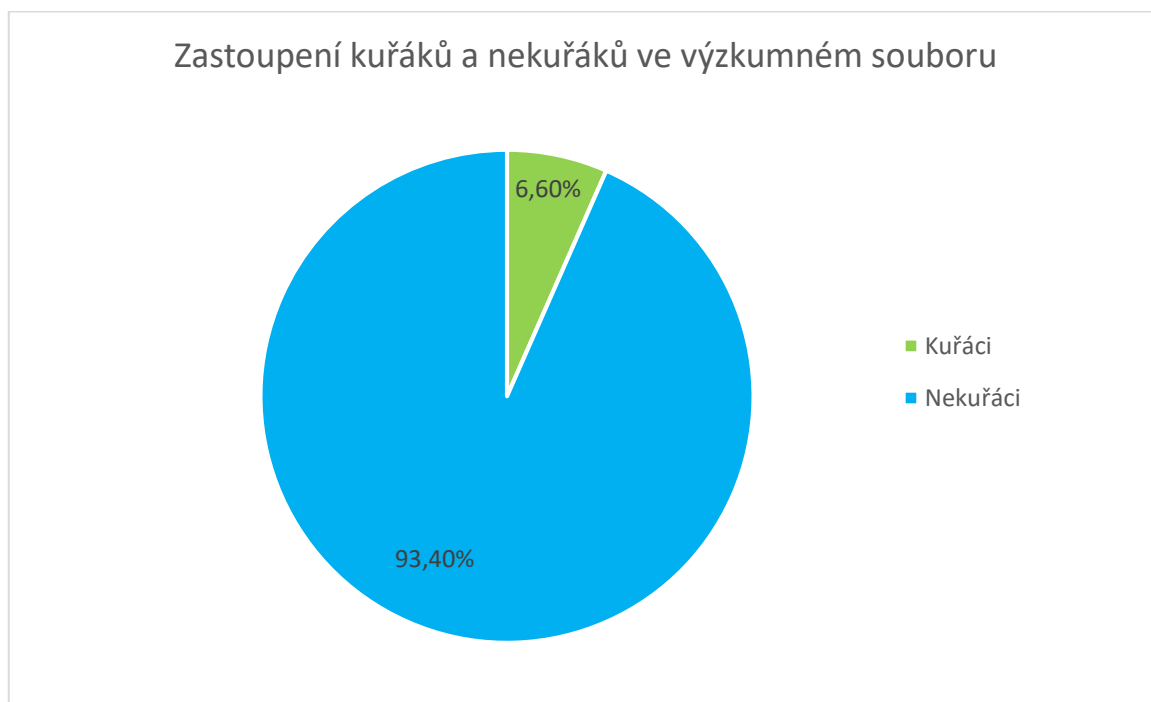
### Otázky č. 6, 7 a 8: Otázky týkající se kouření

Na otázku č. 6, která se ptala na to, zda respondenti kouří, odpovědělo s velkým překvapením pouze 9 ze 136 jedinců kladně. Naprostá většina, tedy 93,4 % účastníků výzkumu z celého souboru, jsou nekuřáci.

*Tabulka 21 Zastoupení kuřáků a nekuřáků ve výzkumném souboru*

Odpověď na otázku: „Kouříte?“	Počet respondentů	Podíl
Ano	9	6,60 %
Ne	127	93,40 %

*Graf 6 Zastoupení kuřáků a nekuřáků ve výzkumném souboru*



Jedinci spadající do skupiny kuřáků odpovídali ještě na dodatečné otázky týkající se počtu cigaret vykouřených za den a doby kouření. Údaje jsou shrnuty do následujících tabulek (Tabulka 22 a 23). Průměrný počet vykouřených cigaret za den u kuřáků ve výzkumném souboru je roven 8 cigaretám za den. Nejmenší počet cigaret vykouřených za den je 1 cigareta za den, druhá extrémní hodnota, tentokrát největší počet vykouřených cigaret za den, odpovídá 15 cigaretám za den. Průměrná doba kouření u kuřáků ve výzkumném souboru se rovná 15 rokům. Nejdelší uvedená doba kouření je 35 let, nejkratší uvedená doba je 5 let.

*Tabulka 22 Denní frekvence kouření u kuřáků ve výzkumném souboru*

Počet vykouřených cigaret denně	Počet respondentů
1	1
3	1
4	1
7	1
8	1
10	3
15	1

*Tabulka 23 doba trvání kuřáckého návyku*

Doba trvání kuřáckého návyku	Počet respondentů
5 let	1
9 let	1
10 let	1
12 let	1
13 let	1
15 let	2
18 let	1
35 let	1

### Otázky č. 9, 10 a 11: Otázky týkající se pohybové aktivity

Odpovědi na otázku týkající se týdenní frekvence pohybové aktivity jsou shrnuty v Tabulce 24. Aritmetický průměr týdenní frekvence pohybové aktivity ve výzkumném souboru je roven přibližně 3 cvičením za týden. 15 respondentů uvedlo, že necvičí vůbec, nicméně, našel se i jedinec, který odpověděl, že cvičí 14× týdně. Nejčastěji se objevovaly odpovědi s počtem cvičení 2× (31 respondentů) a 3× (31 respondentů) za týden. Pro větší přehlednost jsem rozdělil respondenty do 5 skupin, vypočítal procentuální zastoupení účastníků výzkumu v každé z nich a výsledky zapsal do Tabulky 25 a znázornil v Grafu 7.

*Tabulka 24 Týdenní frekvence pohybové aktivity u respondentů ve výzkumném souboru*

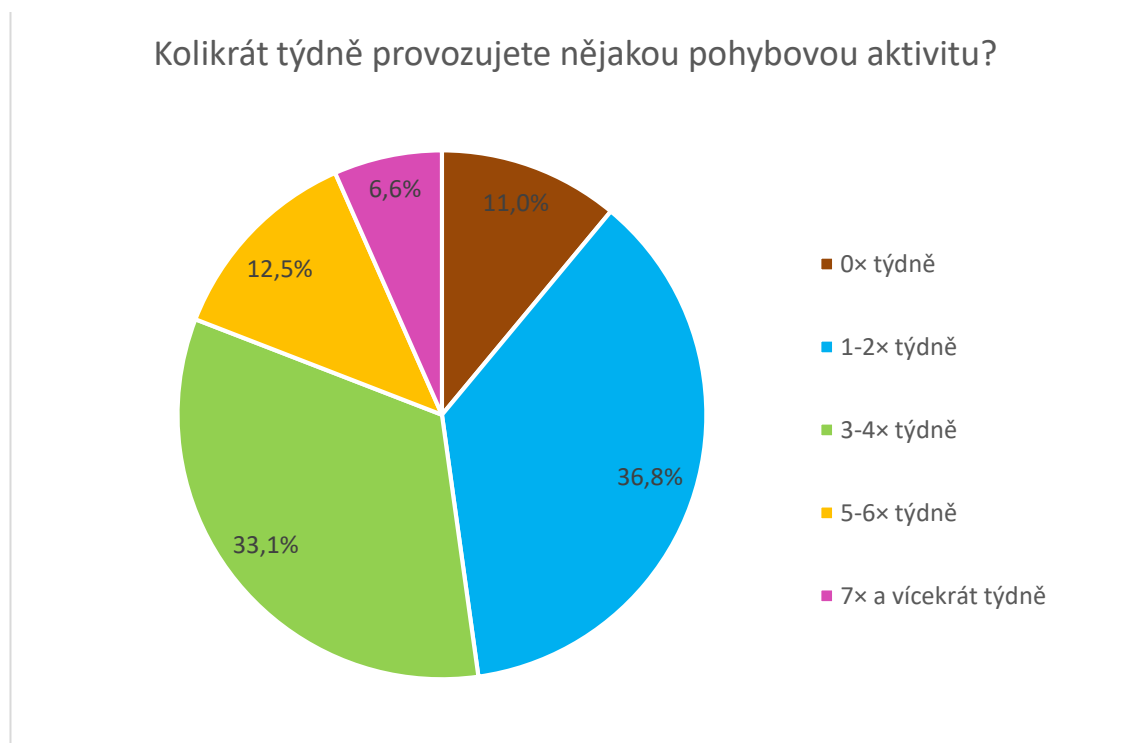
Týdenní frekvence pohybové aktivity	Počet respondentů
0× týdně	15
1× týdně	19
2× týdně	31
3× týdně	31
4× týdně	14
5× týdně	14
6× týdně	3
7× týdně	7
10× týdně	1
14× týdně	1

Jak ukazují Tabulka 25 a Graf 7, nejvíce respondentů, konkrétně 36,8 %, cvičí 1-2× týdně. Hned v zákrytu je se zastoupením 33,1 % skupina cvičících 3-4× týdně. S 12,5 % následují respondenti vykonávající pohybovou aktivitu 5-6× týdně. Nermalou skupinu tvoří i jedinci necvičící vůbec, jejich zastoupení se rovná 11 %. Nejméně zastoupenou skupinou se zastoupením 6,6 % jsou ti, kteří cvičí 7× a vícekrát týdně.

Tabulka 25 Rozdělení respondentů do skupin podle týdenní frekvence pohybové aktivity

Frekvence pohybové aktivity	Počet respondentů	Podíl
0× týdně	15	11,0 %
1-2× týdně	50	36,8 %
3-4× týdně	45	33,1 %
5-6× týdně	17	12,5 %
7× a vícekrát týdně	9	6,6 %

Graf 7 Rozdělení respondentů do skupin podle týdenní frekvence pohybové aktivity a jejich procentuální zastoupení v jednotlivých skupinách



V souvislosti s délkou jedné pohybové aktivity jsem se nejčastěji (55 respondentů) setkal s odpovědí udávající 60 minut. Průměrná doba trvání jedné pohybové aktivity ve výzkumném souboru je 58 minut. Nejkratší doba cvičení, když opomeneme jedince necvičící vůbec, je 15 minut. Naopak, nejdelší doba cvičení se rovná 4 hodinám. Stejně jako u předchozí otázky jsem pro větší přehlednost rozdělil odpovědi do několika skupin



a dopočítal procentuální zastoupení respondentů v každé z nich. Data jsou uvedena v Tabulce 27 a zobrazena v Grafu 8.

*Tabulka 26 Doba trvání jedné pohybové aktivity ve výzkumném souboru*

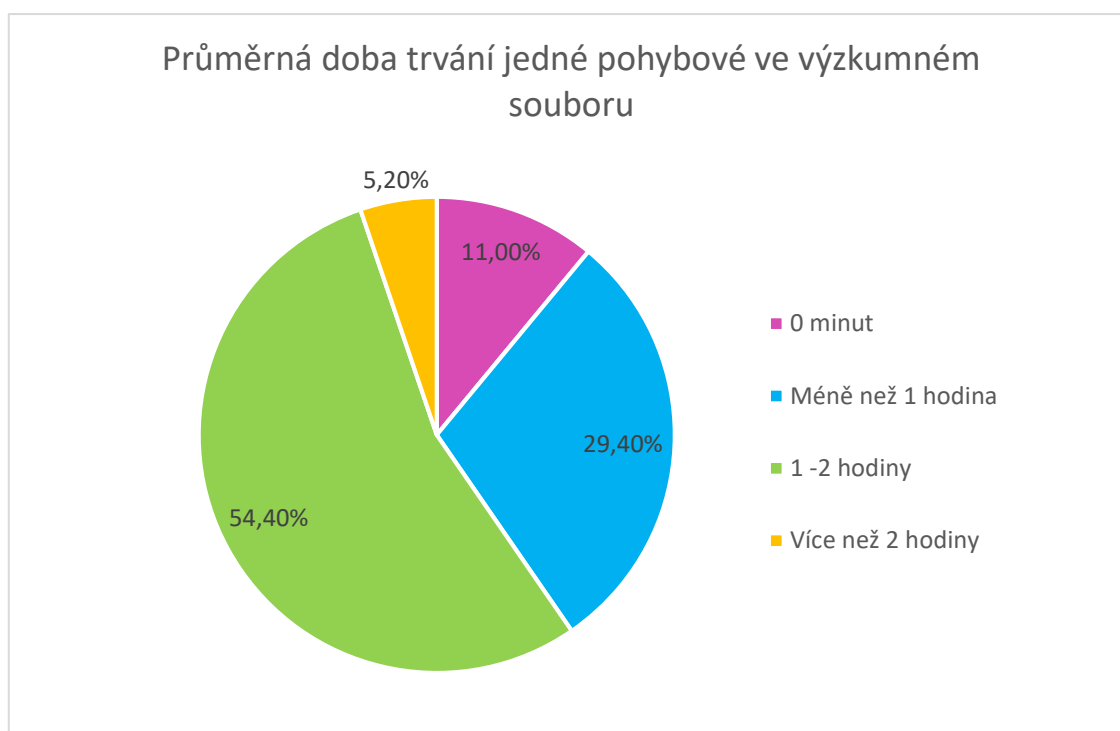
Doba trvání jedné pohybové aktivity	Počet respondentů
0 minut	15
15 minut	1
20 minut	5
25 minut	1
30 minut	25
40 minut	2
45 minut	5
50 minut	1
60 minut	55
75 minut	1
90 minut	4
120 minut	14
150 minut	3
180 minut	3
240 minut	1

Po rozdělení respondentů do skupin podle průměrné doby trvání jedné pohybové aktivity si můžeme všimnout, že u více jak poloviny respondentů, konkrétně u 54,4 %, trvá jedna pohybová aktivita průměrně 1-2 hodiny. Skoro třetina respondentů, přesněji 29,4 %, cvičí méně než hodinu. 11 % účastníků výzkumu necvičí vůbec a u pouhých 5,2 % trvá pohybová aktivita průměrně víc než 2 hodiny. Výsledky jsou mimo jiné zobrazeny v Grafu 8.

Tabulka 27 Rozdělení respondentů do skupin podle průměrné doby trvání jedné pohybové aktivity

Průměrná doba trvání jedné pohybové aktivity	Počet respondentů	Podíl
0 minut	15	11,0 %
Méně než 1 hodina	40	29,4 %
1-2 hodiny	74	54,4 %
Více než 2 hodiny	7	5,2 %

Graf 8 Rozdělení respondentů do skupin podle průměrné doby trvání jedné pohybové aktivity

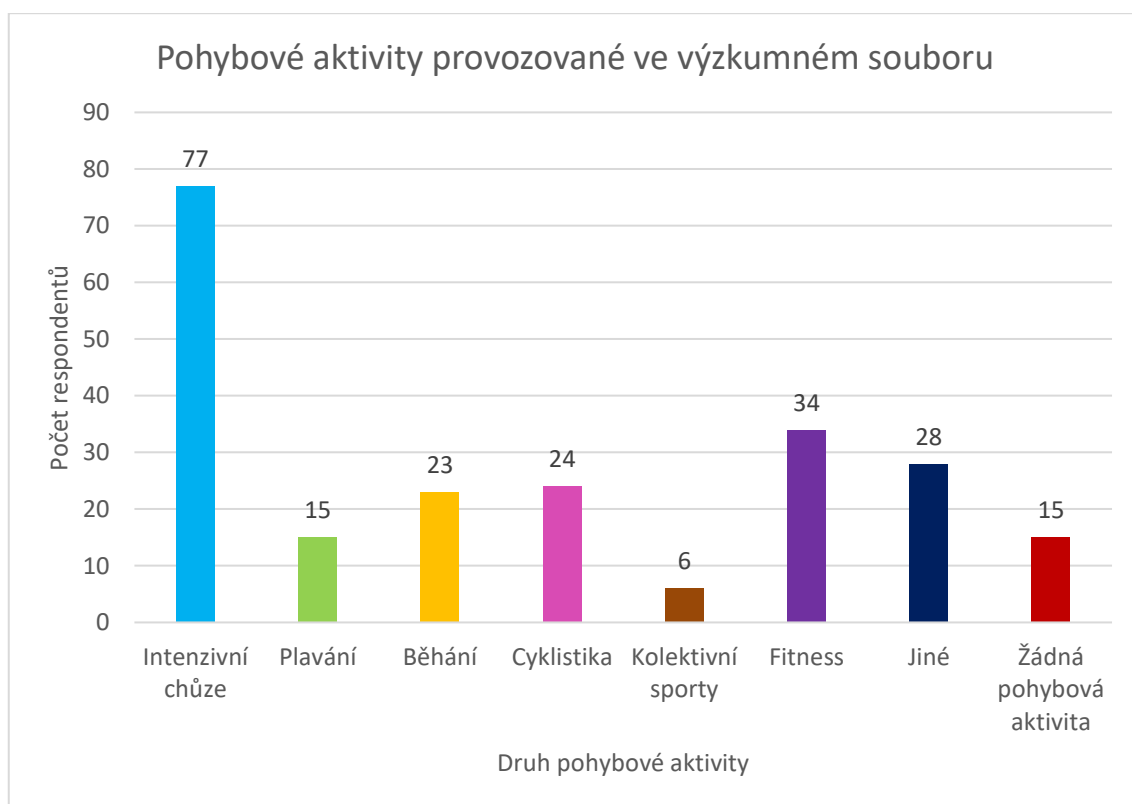


Z druhů pohybových aktivit převládá v souboru intenzivní chůze, kterou provozuje 77 respondentů. Dalšími nejvíce zastoupenými aktivitami jsou fitness (34 respondentů), jiné aktivity (28 respondentů), cyklistika (24 respondentů) a běhání (23 respondentů). 15 účastníků výzkumu uvedlo, že chodí plavat a dalších 15, jak už bylo zmíněno u předchozích otázek, nedělá žádnou pohybovou aktivitu. Nejméně zastoupenou aktivitou jsou kolektivní sporty.

Tabulka 28 Pohybové aktivity provozované respondenty ve výzkumném souboru

Pohybová aktivita	Počet respondentů
Intenzivní chůze	77
Plavání	15
Běhání	23
Cyklistika	24
Kolektivní sporty	6
Fitness	34
Jiné	28
Žádná pohybová aktivita	15

Graf 9 Pohybové aktivity provozované respondenty ve výzkumném souboru



Z jiných pohybových aktivit uváděli respondenti nejčastěji skupinové lekce typu jóga, pilates, kruhový trénink a podobně. Dále byly uváděny aktivity jako je jízda na kolečkových bruslích, jízda na koloběžce, bojové sporty, lezení, krasobruslení a práce na zahradě. Data shrnující jiné pohybové aktivity uvedené v odpovědích ukazuje Tabulka 29.

*Tabulka 29 Příklady dalších pohybových aktivit, které účastníci výzkumu uvedli v otevřené odpovědi*

Jiné pohybové aktivity	Počet respondentů
Práce na zahradě	3
Skupinové lekce (jóga, pilates, kruhový trénink, tabata, jumping, piloxing, bosu, fitbox, aerobik, pole dance)	19
Krasobruslení	1
Jízda na koloběžce, na kolečkových bruslích	6
Bojové sporty (mma, brazilské jiu-jitsu, box)	2
Lezení	1

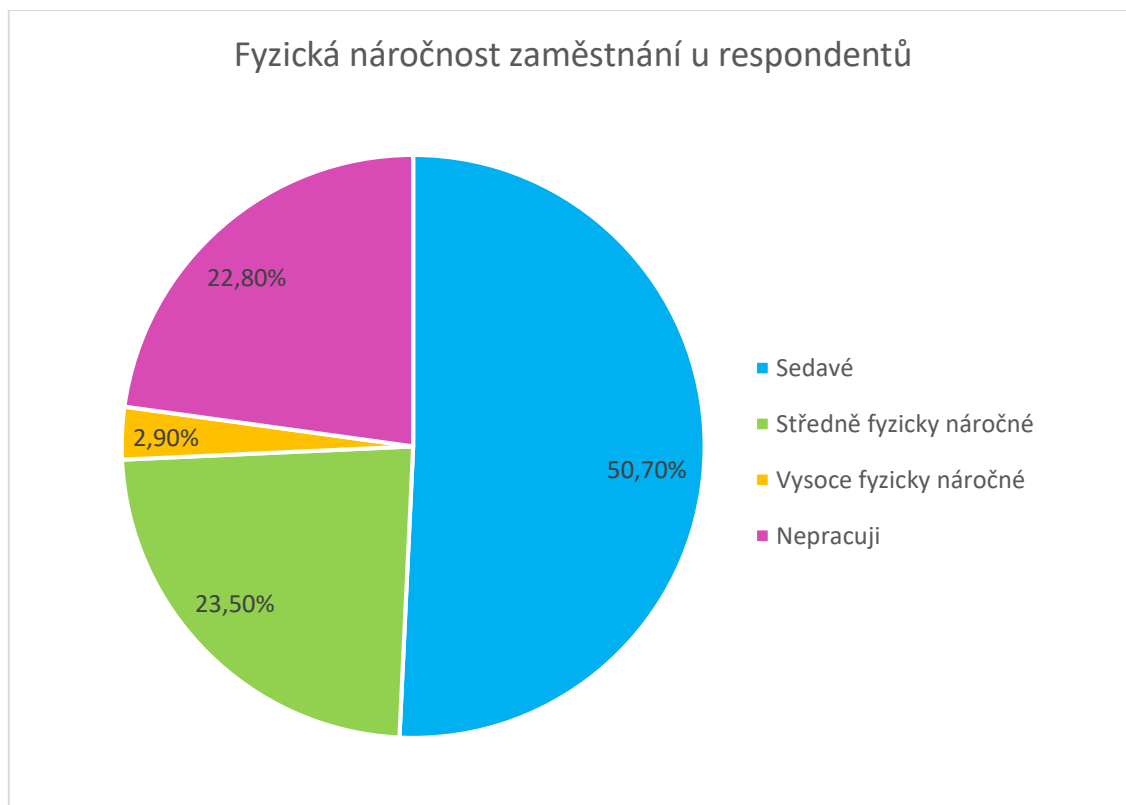
### Otázka č. 12: Jaké máte zaměstnání?

Z hlediska fyzické náročnosti zaměstnání účastníků výzkumu uvedla více než polovina respondentů, přesněji 50,7 %, že má sedavé zaměstnání. 23,5 % respondentů má podle odpovědí středně fyzicky náročné zaměstnání a pouhých 2,9 % dělá vysoce fyzicky náročné zaměstnání. Poměrně velkou skupinou jsou nepracující jedinci, kteří tvoří 22,8 % souboru. Data jsou zobrazena v Tabulce 30 a graficky znázorněna v Grafu 10.

Tabulka 30 Fyzická náročnost zaměstnání u respondentů ve výzkumném souboru

Fyzická náročnost zaměstnání	Počet respondentů	Podíl
Sedavé	69	50,70 %
Středně fyzicky náročné	32	23,50 %
Vysoce fyzicky náročné	4	2,90 %
Nepracuji	31	22,80 %

Graf 10 Fyzická náročnost zaměstnání u respondentů ve výzkumném souboru



### Otázka č. 13: Kolik hodin denně spíte?

Jak si můžeme všimnout v Tabulce 31, u této otázky se doba spánku účastníků výzkumu pohybovala od 3 hodin až po 10 hodin. Nicméně, tyto okrajové hodnoty jsou zastoupeny nejméně, každá po jednom respondentovi. Nejčastěji zastoupenou odpovědí je 7 hodin spánku (56 respondentů). Poměrně hojně jsou zastoupeny i odpovědi 6 hodin (29 respondentů) a 8 hodin (34 respondentů) spánku. Průměrná doba spánku ve výzkumném souboru je přibližně 7 hodin. I u této otázky jsem odpovědi rozdělil do skupin, dopočítal procentuální zastoupení a data uvedl do Tabulky 32 a graficky zobrazil v Grafu 11.

*Tabulka 31 Doba spánku u respondentů ve výzkumném souboru*

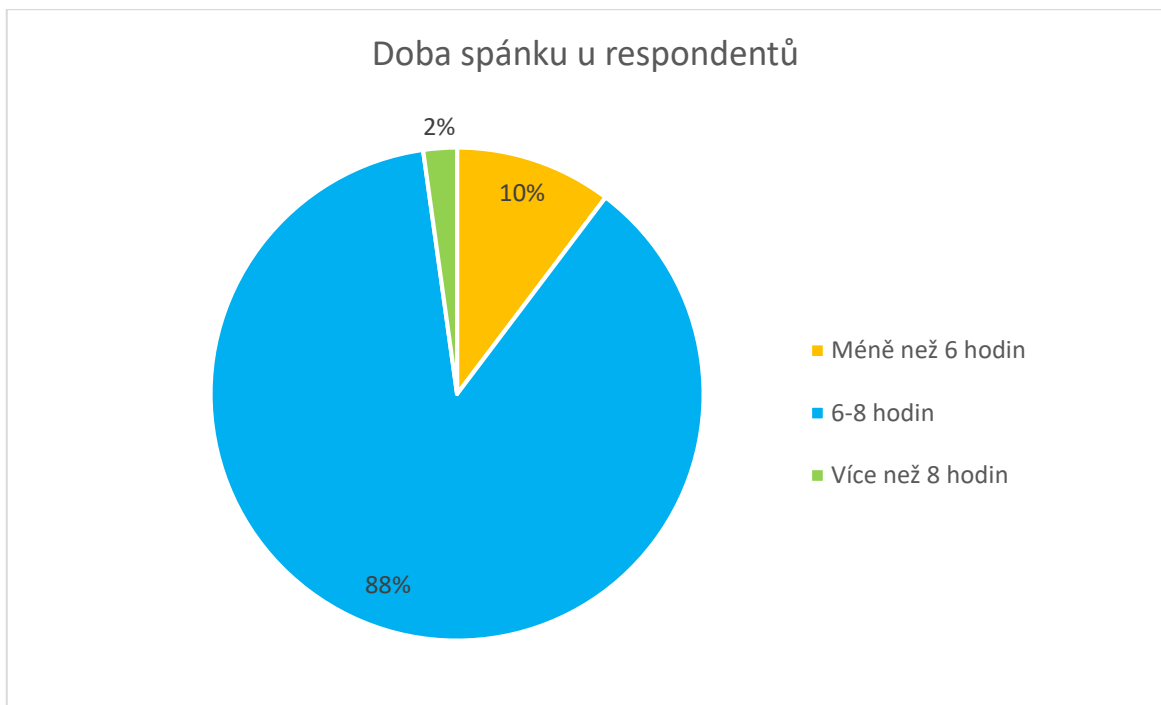
Doba spánku	Počet respondentů
3	1
4	2
5	11
6	29
7	56
8	34
9	2
10	1

Z následující tabulky a grafu vyplývá, že naprostá většina respondentů, celkem 88 %, spí 6-8 hodin. 10 % z celého souboru spí méně než 6 hodin a pouhá 2 % spí více než 8 hodin.

*Tabulka 32 Rozdělení respondentů do skupin podle délky spánku*

Doba spánku	Počet respondentů	Podíl
Méně než 6 hodin	14	10 %
6-8 hodin	119	88 %
Více než 8 hodin	3	2 %

*Graf 11 Rozdělení respondentů do skupin podle délky spánku*



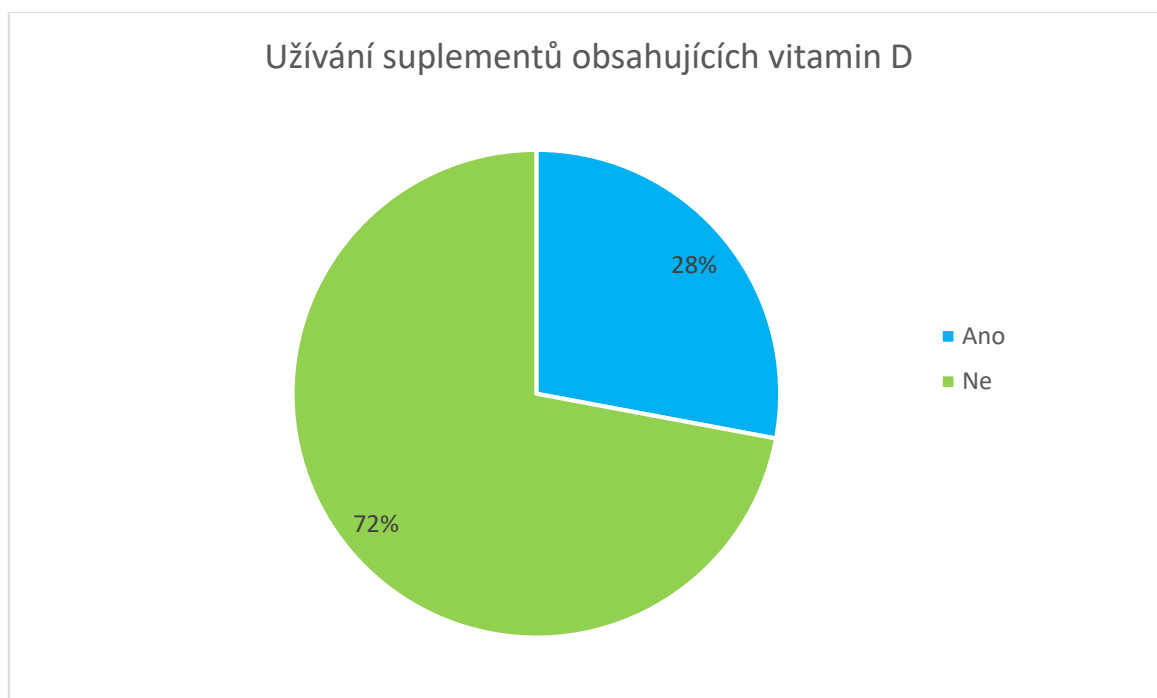
#### Otázka č. 14: Otázka týkající se doplňků stravy

Ze souboru 136 respondentů uvedlo 28 %, že užívá suplementy obsahující vitamin D. Grafické znázornění užívání suplementů s vitaminem D je k nalezení v Grafu 12.

*Tabulka 33 Užívání suplementů obsahujících vitamin D ve výzkumném souboru*

Suplementace vitaminem D	Počet respondentů	Podíl
Ano	38	28 %
Ne	98	72 %

*Graf 12 Užívání suplementů obsahujících vitamin D ve výzkumném souboru- procentuální zastoupení*



Nejčastěji uváděný doplněk, který je užíván respondenty, je Vigantol, který se objevuje celkem 14×. Ostatní suplementy jsou většinou suplementy obsahující pouze vitamin D3 a jen v ojedinělých případech jsou součástí nějakého multivitaminu nebo v kombinaci s vápníkem. Nejčastější formou užívaných suplementů jsou tablety, v Tabulce 34 však můžeme nalézt i preparáty ve formě kapek (Vigantol), sprejů (Vitashine sprej D3), olejové suspenze (DeVit Forte D3) nebo jako součást rozlévaného rybího oleje.



Tabulka 34 Příklady užívaných doplňků obsahujících vitamin D

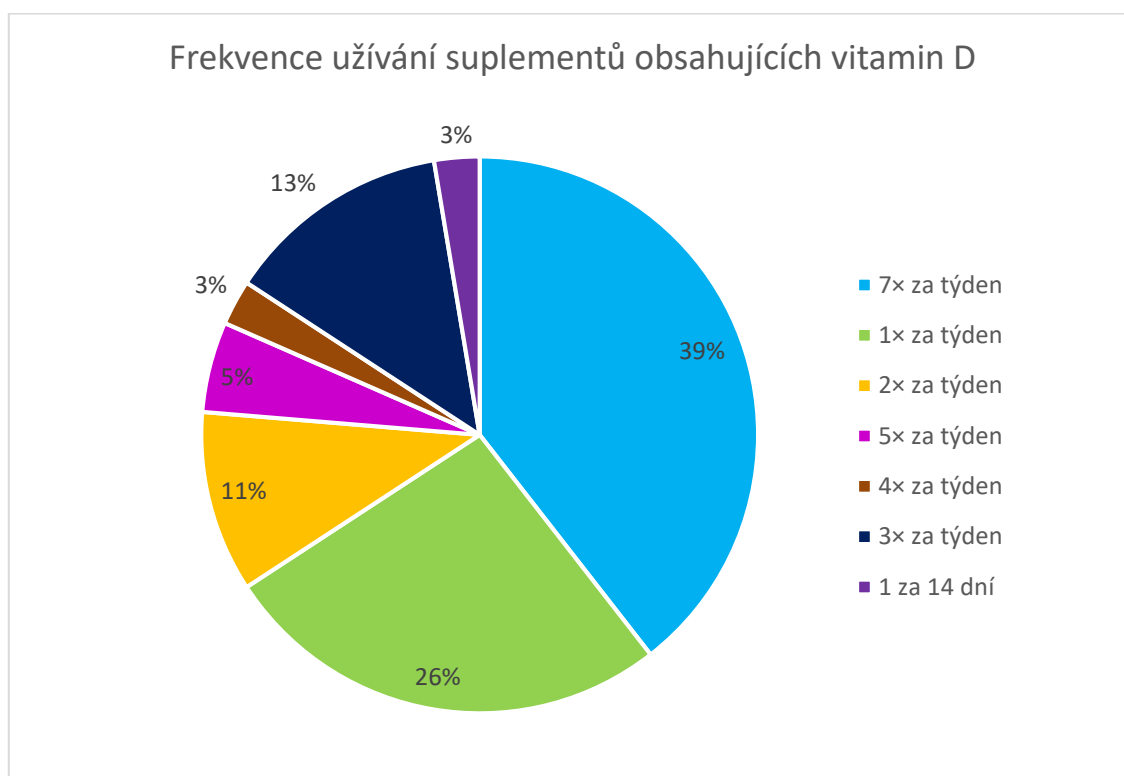
Doplňěk	Počet respondentů
My protein D3	1
Vigantol	14
Calcichew D3	2
Vitamin D3	2
Jamieson vitamin D3	4
Dekristolvit D3	1
Devit Forte D3	2
Farmax vitamin D3	1
Naturevia vitamin D3	1
Generica Vitamin D3	2
Multivitamin	3
Alfa D3	1
Rybí olej z lékárny	1
Oleovit D3	1
Vitashine sprej D3	1
Calcium/vitamin D3 Meda	1

Nejvíce respondentů, konkrétně 39 %, užívá zmíněné suplementy denně. Druhou nejvíce zastoupenou frekvencí užívání vitaminu D je se zastoupením 26 % možnost „jednou za týden“, což bylo nejčastěji uváděno u Vigantolu. Nejméně uváděnými frekvencemi jsou 1× za 14 dní (3 %) a 4× za týden (3 %). Průměrná frekvence užívání suplementů obsahujících vitamin D je 4x týdně. Všechny uvedené frekvence užívání vitaminu D s procentuálním zastoupením respondentů jsou v Tabulce 35 a grafické znázornění dat v Grafu 13.

*Tabulka 35 Frekvence užívání suplementů obsahujících vitamin D-procentuální zastoupení*

Frekvence užívání	Počet respondentů	Podíl
1× za 14 dní	1	3 %
1× za týden	10	26 %
2× za týden	4	11 %
3× za týden	5	13 %
4× za týden	1	3 %
5× za týden	2	5 %
7× za týden	15	39 %

*Graf 13 Frekvence užívání suplementů obsahujících vitamin D-procentuální zastoupení*



Z hlediska doby užívání suplementů obsahujících vitamin D dominuje užívání po dobu 1 roku (9 respondentů). Ostatní uvedené odpovědi jsou poměrně vyrovnané. Nejdelší doba užívání dosahuje délky 10 let, naopak nejkratší doba uvedená v souboru se rovná

1 týdnů. Průměrná doba užívání doplňků s vitamínem D ve výzkumném souboru se pohybuje kolem 20 měsíců. 3 respondenti uvedli, že suplementy užívají nepravidelně. Data shrnuje Tabulka 36.

*Tabulka 36 Doba pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamín D*

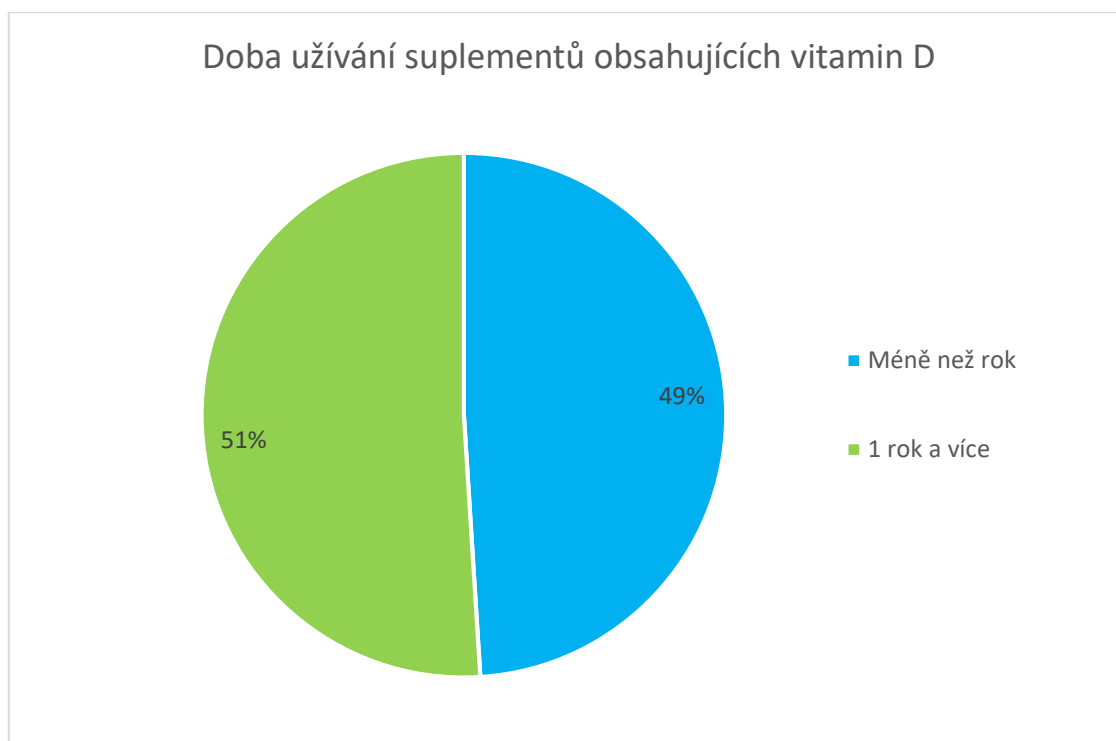
Doba užívání	Počet respondentů
Týden	1
14 dní	1
Měsíc	4
2 měsíce	1
3 měsíce	1
4 měsíce	1
5 měsíců	2
6 měsíců	3
9 měsíců	3
Rok	9
2 roky	3
3 roky	1
5 let	3
9 let	1
10 let	1
Nepravidelně	3

Pokud si soubor rozdělíme na 2 skupiny (viz. Tabulka 37 a Graf 14), z nichž jedna užívá doplňky méně než rok a druhá zase rok a více, můžeme si všimnout, že skupiny jsou téměř stejně zastoupené (první 17 respondentů a druhá 18 respondentů).

*Tabulka 37 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamin D a procentuální zastoupení v souboru*

Doba užívání	Počet respondentů	Podíl
Méně než rok	17	49 %
1 rok a více	18	51 %

*Graf 14 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamin D a procentuální zastoupení v souboru*

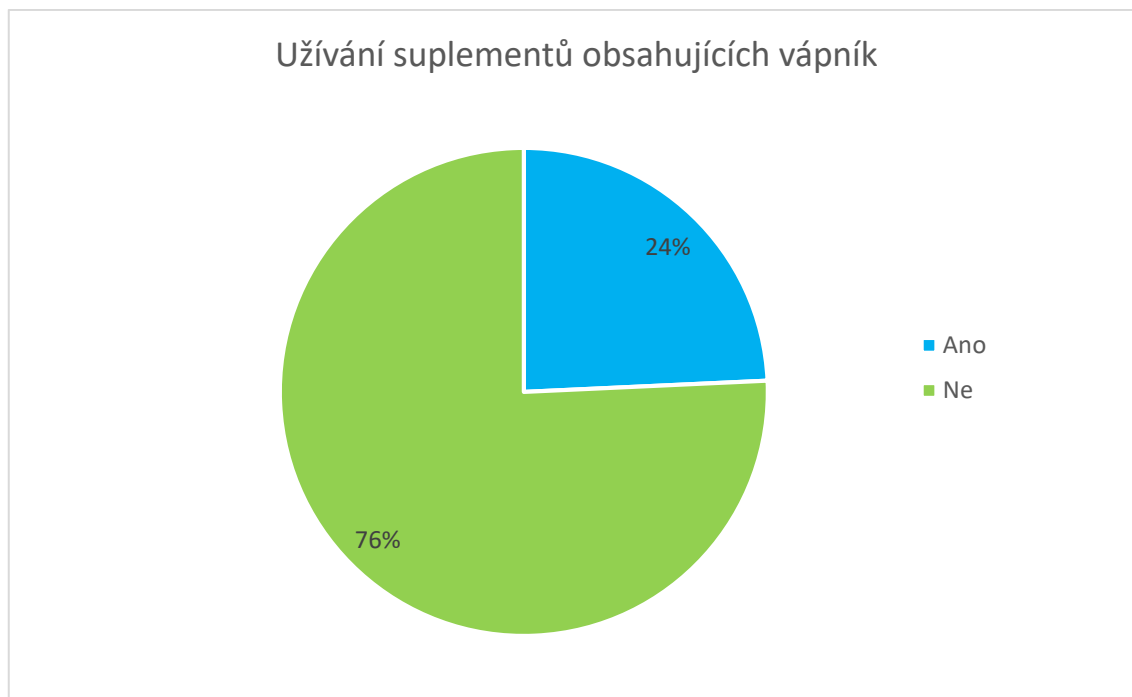


Ze souboru 136 respondentů uvedlo 24 %, že užívá suplementy obsahující vápník. Grafické znázornění užívání těchto suplementů je k nalezení v Grafu 15.

*Tabulka 38 Užívání suplementů obsahujících vápník ve výzkumném souboru*

Suplementace vápníkem	Počet respondentů	Podíl
Ano	33	24 %
Ne	103	76 %

Graf 15 Užívání suplementů obsahujících vápník ve výzkumném souboru-procentuální zastoupení



V otázce zabývající se druhem suplementů, které účastníci výzkumu berou, bylo nejčastěji uváděnou odpovědí tvrzení, že neví, jaký konkrétně berou suplement nebo ho nemají po ruce a nemohou se na něj podívat. Toto bylo uvedeno celkem 9×. Nejčastěji používaným doplňkem v souboru je Caltrate, který si kupuje celkem 7 respondentů. Ostatní odpovědi jsou vždy zastoupeny 1-3 respondenty (viz. Tabulka 39). Z těch, co uvedli, jaké doplňky konkrétně berou, užívá většina, konkrétně 16 respondentů, suplementy obsahující vápník v kombinaci ještě s jinými látkami. Většinou se jedná o kombinaci s vitaminem D nebo s hořčíkem a zinkem. Zbýlých 8 bere doplňky, které obsahují pouze vápník, zejména ve formě uhličitanu vápenatého. Všechny zmíněné výrobky jsou ve formě tablet, ať už šumivých (Maxi-Kalz), žvýkacích (Calcichew) nebo klasických, které jsou určeny ke spolknutí.

*Tabulka 39 Příklady užívaných doplňků obsahujících vápník*

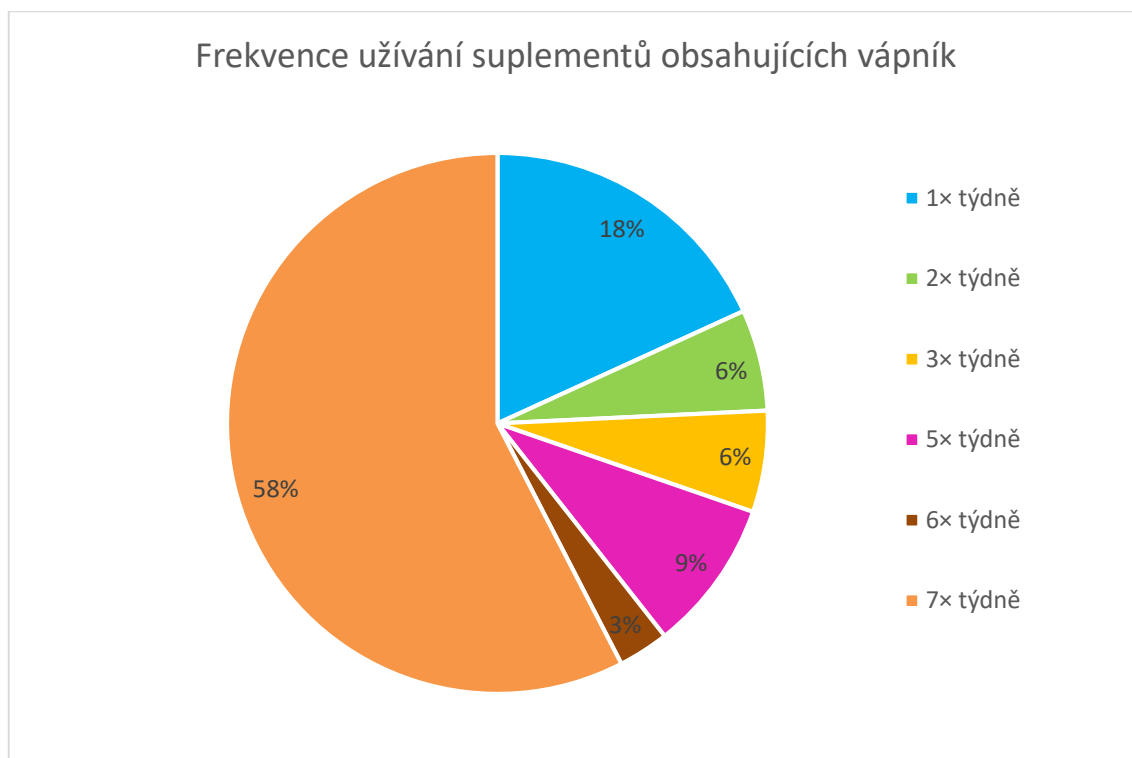
Doplňěk	Počet respondentů
Maxi-Kalz 1000 mg šumivé tablety	1
Calcichew D3	2
Caltrate	7
Galvex calcii carbonas	3
Dologran multivitamin	1
Calcium/vitamin D3 Meda	1
Medpharma-vápník, hořčík, zinek	2
Generica vápník + vitamin D	1
Glenkmark calcii carbonici	3
Maxi-Kalz 500 mg šumivé tablety	1
Cemio vápník hořčík zinek+D3 a K	2
Neví nebo nemají po ruce	9

Více než polovina respondentů, konkrétně 58 %, užívá zmíněné suplementy denně. Druhou nejčastější odpovědí byla frekvence 1× týdně (zastoupení 18 %). Nejméně byla uváděna odpověď "6× týdně", kterou uvedl pouze jeden člověk (3 %). Průměrná frekvence užívání suplementů obsahujících vápník je 5× týdně. Frekvence užívání vápníku s procentuálním zastoupením respondentů jsou uvedeny v Tabulce 40 a graficky znázorněny v grafu 16.

*Tabulka 40 Frekvence užívání suplementů obsahujících vápník*

Frekvence užívání	Počet respondentů	Podíl
1× týdně	6	18 %
2× týdně	2	6 %
3× týdně	2	6 %
5× týdně	3	9 %
6× týdně	1	3 %
7× týdně	19	58 %

Graf 16 Frekvence užívání suplementů obsahujících vápník-procentuální zastoupení



I v případě vápníku dominuje z hlediska doby užívání odpověď „1 rok“ (7 respondentů) a ostatní uvedené odpovědi jsou, podobně jako u vitamínu D, poměrně vyrovnané. Nejdelší doba užívání dosahuje délky 10 let, naopak nejkratší doba uvedená v souboru se rovná 1 týdnu. Průměrná doba užívání doplňků s vápníkem ve výzkumném souboru se pohybuje kolem 14,5 měsíce. Data shrnuje Tabulka 41.

*Tabulka 41 Doba pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník*

Doba užívání doplňku	Počet respondentů
1 týden	2
1 měsíc	4
2 měsíce	2
3 měsíce	3
4 měsíce	2
5 měsíců	2
6 měsíců	3
9 měsíců	2
1 rok	7
2 roky	4
9 let	1
10 let	1

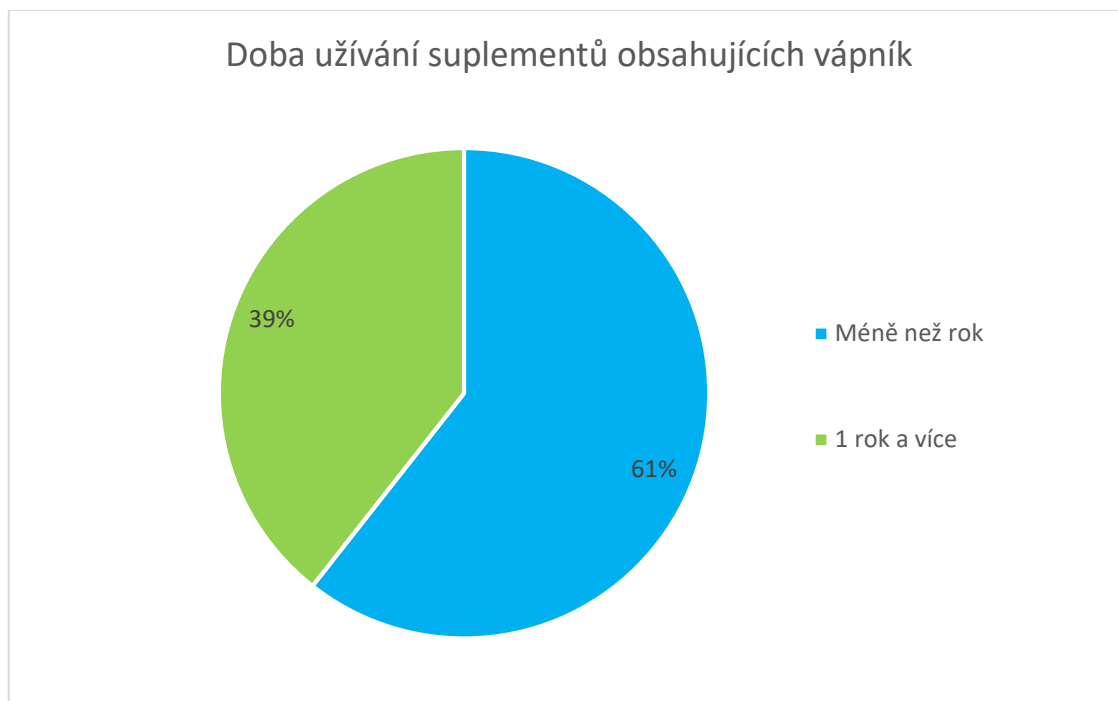
Pokud si soubor rozdělíme na 2 skupiny (viz. Tabulka 42 a Graf 17), z nichž jedna užívá doplňky méně než rok a druhá zase rok a více, můžeme si všimnout, že oproti doplňkům obsahujícím vitamin D, není podíl ve skupinách tak vyrovnaný.

*Tabulka 42 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník a procentuální zastoupení v souboru*

Doba užívání	Počet respondentů	Podíl
Méně než rok	20	61 %
1 rok a více	13	39 %



*Graf 17 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník a procentuální zastoupení v souboru*



Další doplňky, které respondenti užívají, jsou uvedeny v Tabulce 43. Z těch nejvíce zmiňovaných je třeba vyzdvihnout vitamin C (11 respondentů), probiotika (8 respondentů), B-komplex (5 respondentů) a magnezium (5 respondentů).

Tabulka 43 Další suplementy užívané ve výzkumném souboru

Doplněk stravy	Počet respondentů	Doplněk stravy	Počet respondentů
Železo	3	Ostropestřec mariánský	2
Magnezium	5	Kelp řasa	2
Zinek	2	Pupalkový olej	1
Selen	1	Tkáňové soli	1
Zinek+hořčík+vitamin B6	3	Spirulina, chlorella, zelený ječmen	1
Vitamin K	1	Kreatin	1
Vitamin C	11	Tribulus	1
B-komplex	5	BCAA	1
Multivitamin	1	Protein	1
Omega-3 mastné kyseliny	2	Kolagen	3
Omega-3,6 a 9	1	L-tryptofan	1
Probiotika	8	Kofeinové tablety	1
Laktazan	1	Femibion	1
Daosin	1	Mamavit	1

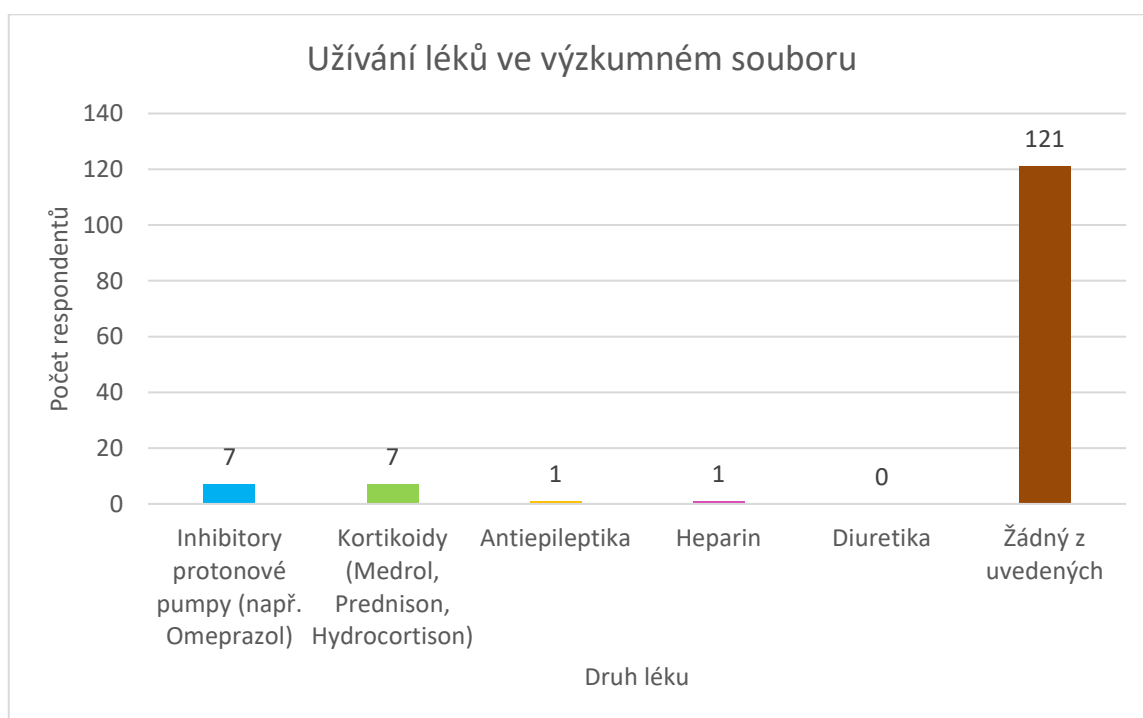
### Otázka č. 15 Jaké z následujících léků berete?

U této otázky bylo možné zvolit více odpovědí najednou, nicméně i tak uvedlo 121 respondentů, tedy naprostá většina, že nebere žádný z uvedených léků. Jedinci, kteří nějaký z léků užívají, označovali nejčastěji inhibitory protonové pumpy (7 respondentů) a kortikoidy (7 respondentů). Pouze jeden účastník výzkumu užívá heparin a nikdo ze souboru neoznačil odpověď s užíváním diuretik. Data shrnuje Tabulka 44 a jejich grafické znázornění je k nalezení v Grafu 18.

Tabulka 44 Užívání léků ovlivňujících metabolismus vápníku v souboru respondentů

Léky	Počet respondentů
Inhibitory protonové pumpy (např. Omeprazol)	7
Kortikoidy (Medrol, Prednison, Hydrocortison)	7
Antiepileptika	1
Heparin	1
Diuretika	0
Žádný z uvedených	121

Graf 18 Užívání léků ovlivňujících metabolismus vápníku v souboru respondentů



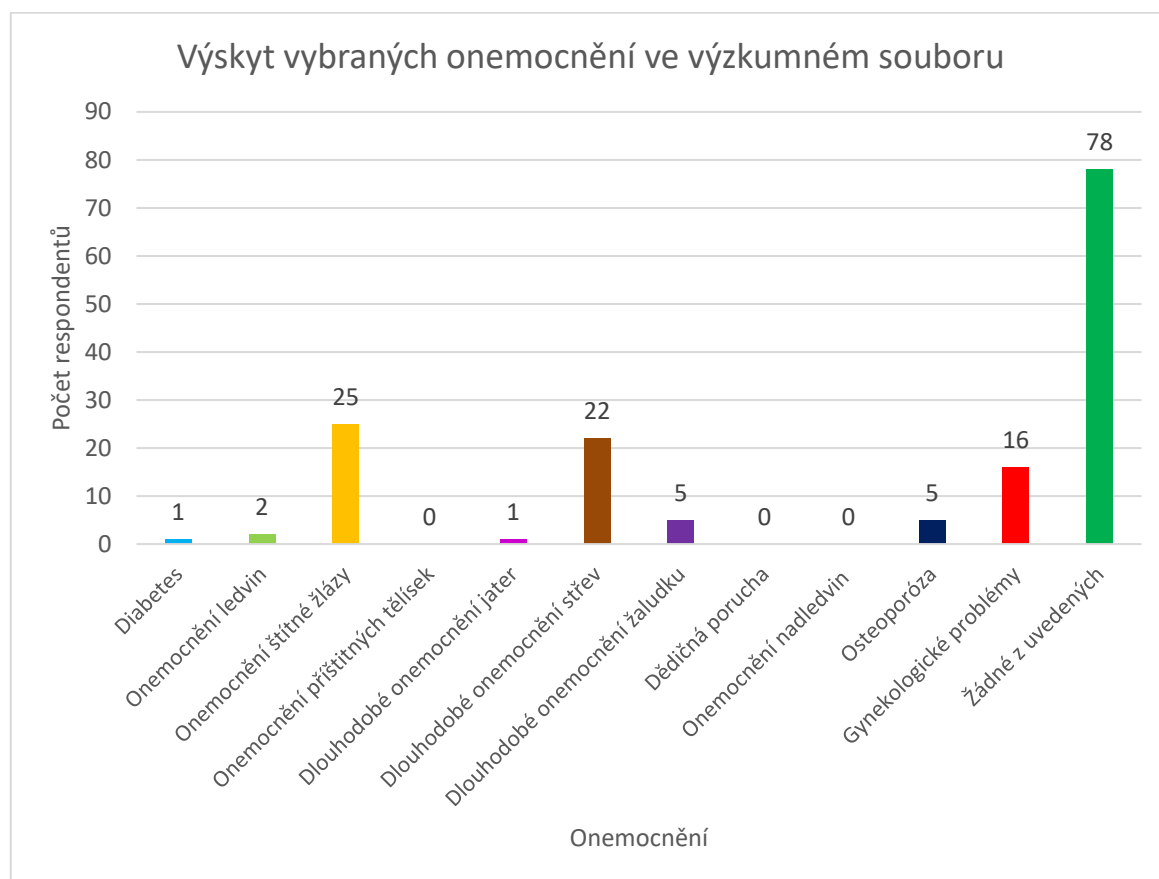
#### Otázka č. 16: Trpíte nějakým z následujících onemocnění?

I v tomto případě bylo možné zvolit více odpovědí najednou a tentokrát byly odpovědi zvolené respondenty oproti předchozí otázce o něco rozmanitější. I zde však dominuje odpověď, ve které účastníci výzkumu uvádí, že netrpí žádným z uvedených onemocnění. Tuto možnost zvolilo celkem 78 jedinců. Z vybraných onemocnění se nejčastěji objevovala onemocnění štítné žlázy (25 respondentů) a také dlouhodobá onemocnění střev kromě laktózové intolerance (22 respondentů). Další poměrně hojně zastoupenou odpovědí byly gynekologické problémy (16 respondentů). Ostatní odpovědi jsou zastoupeny minimálně. 5 respondentů uvedlo, že trpí na osteoporózu, stejné množství uvádělo dlouhodobé onemocnění žaludku, 2 jedinci trpí na onemocnění ledvin, 1 na diabetes a 1 na dlouhodobé onemocnění jater. Onemocnění příštítných tělísek, dědičné poruchy související s metabolismem vápníku a onemocnění nadledvin nejsou ve výzkumném souboru zastoupeny vůbec. Pro větší přehlednost jsou data seřazena v Tabulce 45 a graficky znázorněna v Grafu 19.

*Tabulka 45 Výskyt vybraných onemocnění ve výzkumném souboru*

Onemocnění	Počet respondentů
Diabetes	1
Onemocnění ledvin	2
Onemocnění štítné žlázy	25
Onemocnění příštítných tělísek	0
Dlouhodobé onemocnění jater	1
Dlouhodobé onemocnění střev kromě laktózové intolerance	22
Dlouhodobé onemocnění žaludku	5
Dědičná porucha související s metabolismem vápníku	0
Onemocnění nadledvin	0
Osteoporóza	5
Gynekologické problémy	16
Žádné z uvedených	78

Graf 19 Výskyt vybraných onemocnění ve výzkumném souboru



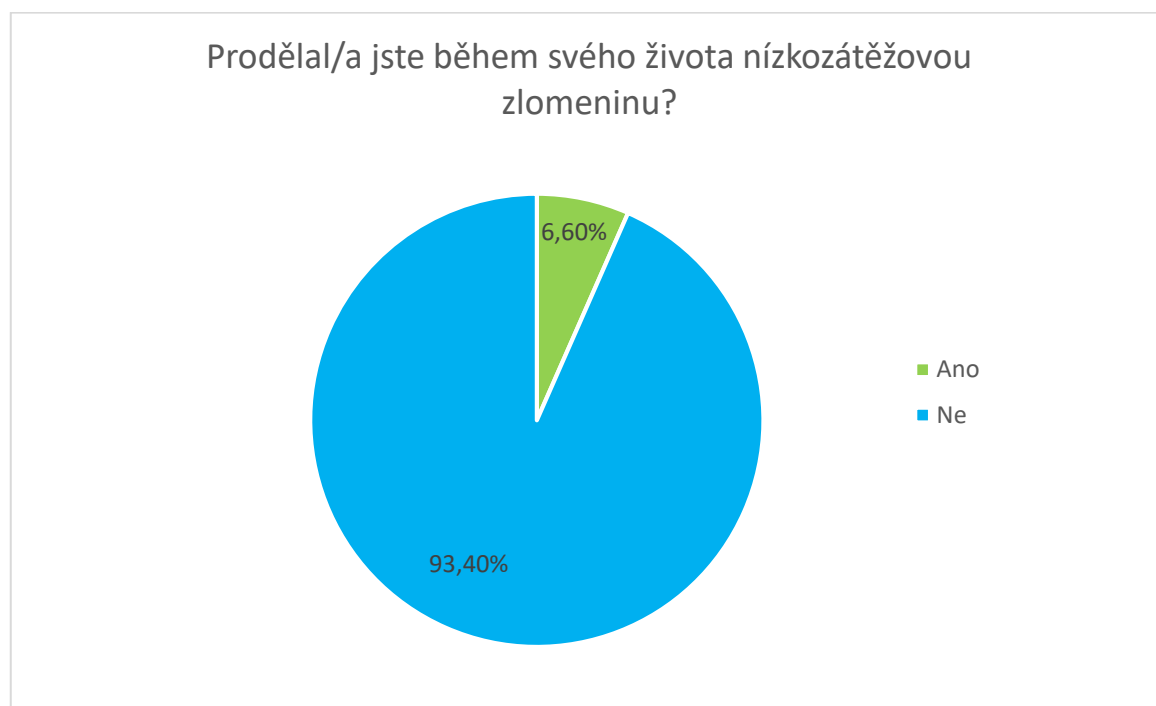
Otázka č. 17: Prodělal/a jste během svého života nízkozátěžovou zlomeninu? Tzn. zlomeninu, která vznikla bez toho, aniž by kost byla vystavena velké zátěži?

Na otázku týkající se nízkozátěžových zlomenin, jednoho z rizikových faktorů osteoporózy, odpovědělo pouhých necelých 7 % kladně. Naprostá většina, přes 93 %, s tímto druhem zlomenin nemá zkušenost (viz. Tabulka 46 a Graf 20).

Tabulka 46 Výskyt nízkozátěžových zlomenin ve výzkumném souboru

Možnosti odpovědí	Počet respondentů	Podíl
Ano	9	6,60 %
Ne	127	93,40 %

Graf 20 Výskyt nízkozátěžových zlomenin ve výzkumném souboru



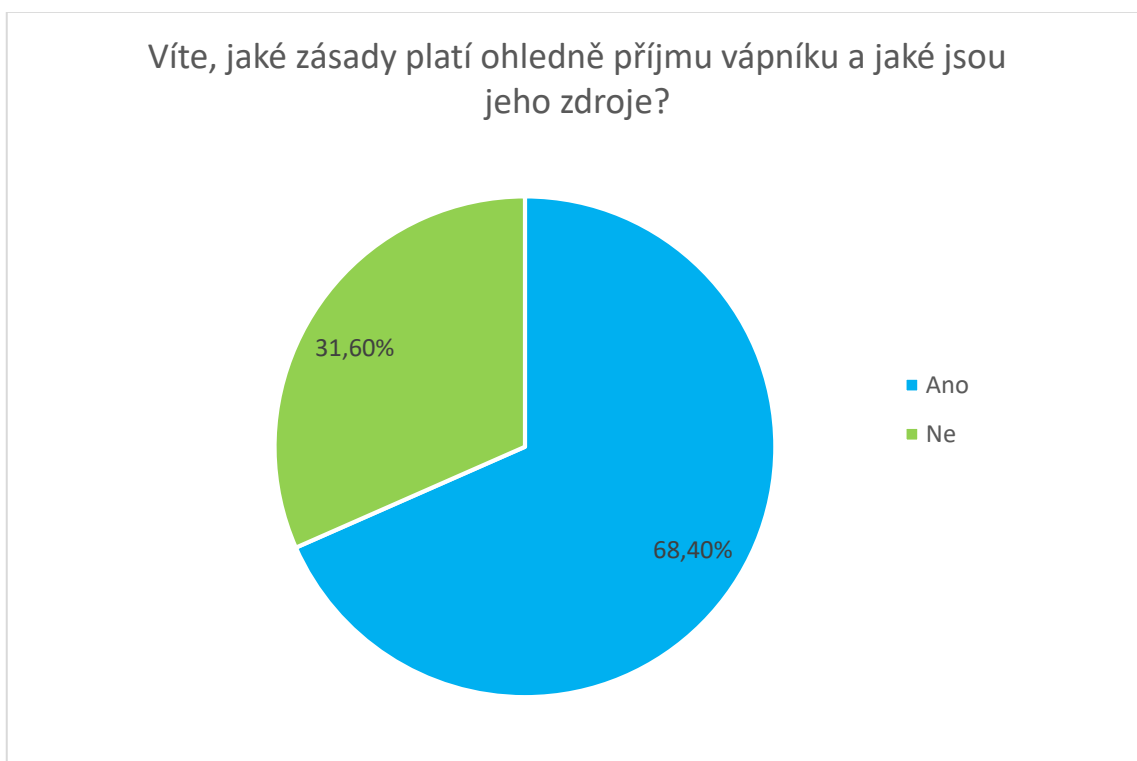
Otázka č. 18: Víte, jaké zásady platí ohledně příjmu vápníku a jaké jsou jeho zdroje?

68,4 % účastníků výzkumu z celého souboru uvádí, že znají zásady ohledně příjmu vápníku a vědí, jaké jsou jeho zdroje (viz. Tabulka 47 a Graf 21).

*Tabulka 47 Znalosti respondentů ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů*

Možnosti odpovědí	Počet respondentů	Podíl
Ano	93	68,40 %
Ne	43	31,60 %

*Graf 21 Znalosti respondentů ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů*



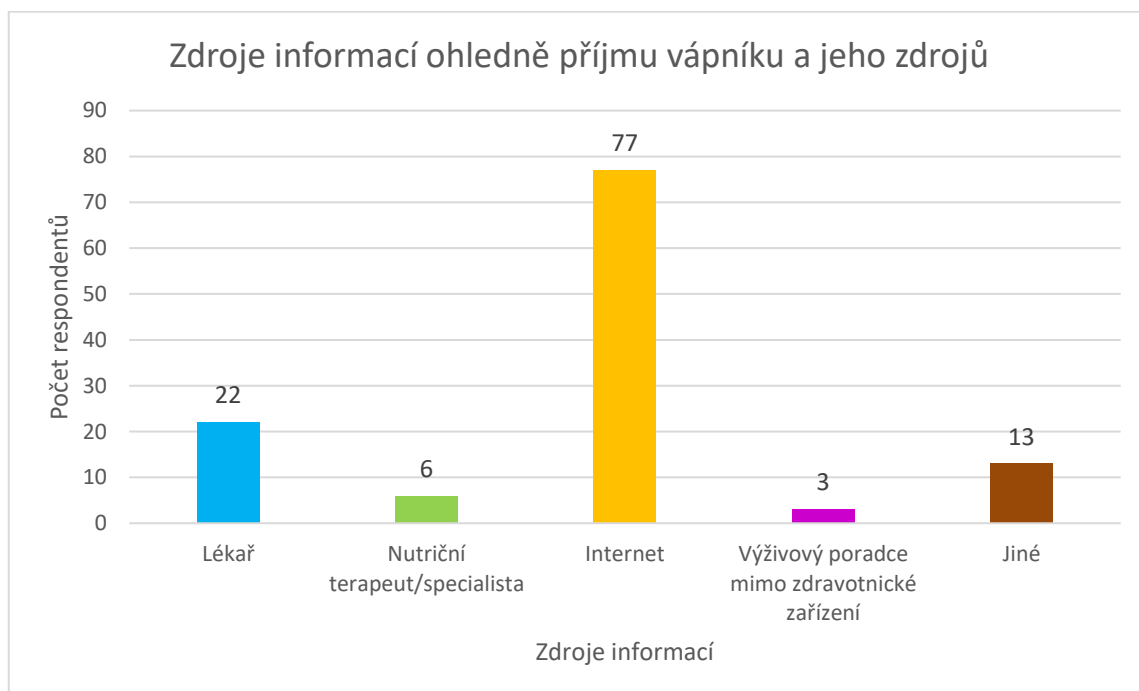
Otázka č. 19: Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a kladně, odkud jste informace získal/a?

Z respondentů, kteří na předchozí otázku odpověděli kladně, získala naprostá většina, tedy 77 jedinců, informace z internetu. 22 účastníků výzkumu bylo edukováno lékařem, pouhých 6 lidí nutričním terapeutem nebo specialistou a 3 čerpali informace od výživového poradce mimo zdravotnické zařízení. 13 respondentů označilo odpověď zahrnující jiné zdroje informací. Data jsou seřazena v Tabulce 48 a pro větší přehlednost graficky znázorněna v Grafu 22.

Tabulka 48 Zdroje informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů

Zdroj informací	Počet respondentů
Lékař	22
Nutriční terapeut/specialista	6
Internet	77
Výživový poradce mimo zdravotnické zařízení	3
Jiné	13

Graf 22 Zdroje informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů





Z jiných zdrojů informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů (viz. Tabulka 49) je třeba vyzdvihnout školu (6 respondentů) a s ní související zdravotnické vzdělání, které mají 3 jedinci ve výzkumném souboru. Objevily se i odpovědi jako je lékárna (2 respondenti) a knihy a televize (2 respondenti).

*Tabulka 49 Příklady jiných zdrojů informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů*

Jiné zdroje	Počet respondentů
Lékárna	2
Škola	6
Zdravotnické vzdělání	3
Knihy, televize	2

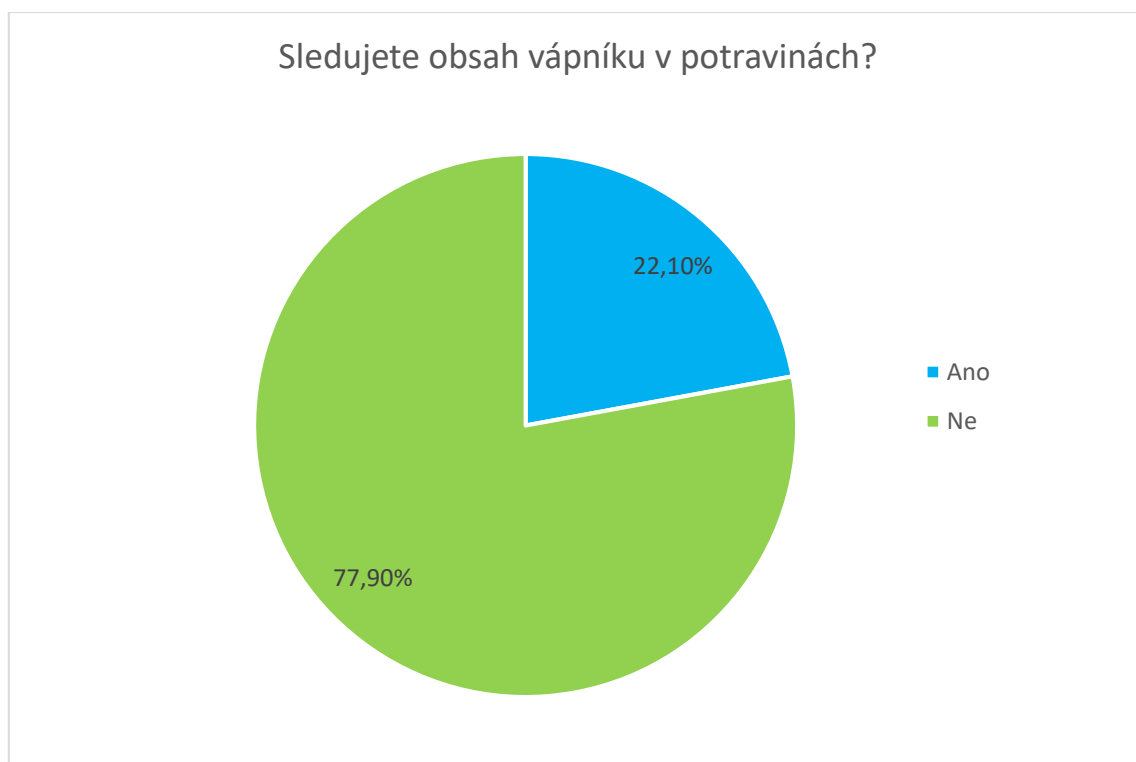
### Otázka č. 20: Sledujete obsah vápníku v potravinách?

I přes vysoké procento informovaných respondentů, pouze malá část jedinců z celého souboru, konkrétně 22,10 %, sleduje obsah vápníku v potravinách (viz. Tabulka 50 a Graf 23).

*Tabulka 50 Sledování obsahu vápníku v potravinách u respondentů ve výzkumném souboru*

Možnosti odpovědí	Počet respondentů	Podíl
Ano	30	22,10 %
Ne	106	77,90 %

*Graf 23 Sledování obsahu vápníku v potravinách u respondentů ve výzkumném souboru*



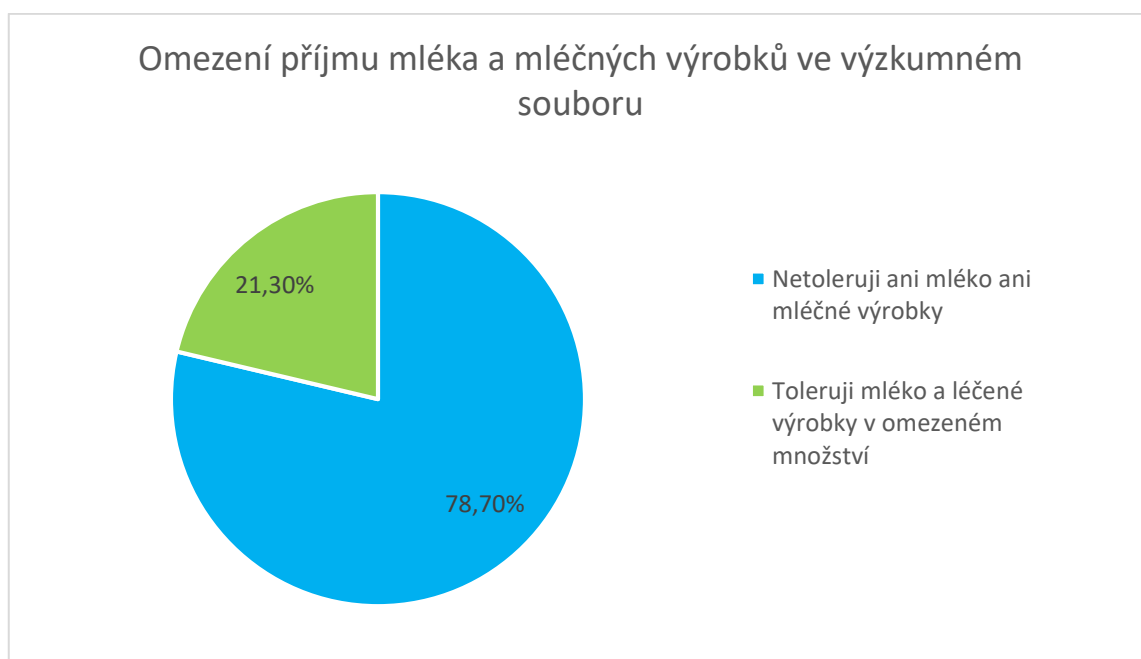
### Otázka č. 21: Jak moc máte omezený příjem mléka a mléčných výrobků?

V případě otázky související s mírou omezení konzumace mléka a mléčných výrobků odpověděla většina respondentů (78,70 %), že tuto skupinu potravin netoleruje vůbec (viz. Tabulka 51 a Graf 24). Při podrobnější analýze se jednalo především o jedince s alergií na bílkovinu kravského mléka (70 respondentů) a maminky kojící děti s touto alergií nebo s podezřením na ní (14 respondentů). Jedinců trpících na laktózovou intoleranci, kteří zaškrtili, že netolerují ani mléko ani mléčné výrobky, nebylo také málo. Jejich počet dosahuje 40 jedinců. Nicméně v tomto případě nemusí být důvodem pouze laktózová intolerance, neboť část jedinců s laktózovou intolerancí má zároveň i alergii na bílkovinu kravského mléka (18 respondentů-viz. Tabulka 19), anebo zároveň kojí dítě s ABKM nebo s podezřením na ní (3 respondenti-viz. Tabulka 19).

*Tabulka 51 Omezení příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů ve výzkumném souboru*

Omezení příjmu mléka a mléčných výrobků	Počet respondentů	Podíl
Netoleruji ani mléko ani mléčné výrobky	107	78,70 %
Toleruji mléko a léčené výrobky v omezeném množství	29	21,30 %

*Graf 24 Omezení příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů ve výzkumném souboru-procentuální zastoupení*



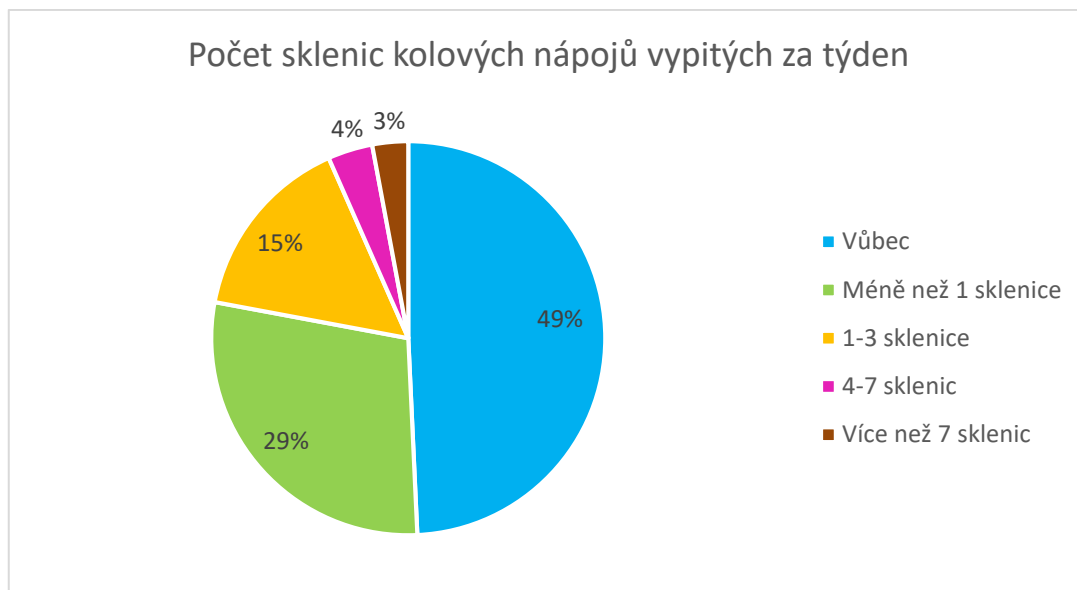
Otázka č. 26: Otázka týkající se týdenní frekvence konzumace nápojů, které mohou snížit množství vstřebaného vápníku

Účelem této otázky, respektive frekvenční tabulky, bylo zmapovat ve výzkumném souboru pití nápojů, které mohou negativně ovlivňovat metabolismus vápníku. Z hlediska pití kolových nápojů odpověděla téměř polovina, 49 %, že kolové nápoje nepije vůbec. Z těch, co kolové nápoje pijí, tvoří většinu jedinci s počtem vypitých sklenic menším, než je 1 sklenice za týden. Tato skupina tvoří 29 % z celého souboru. 15 % respondentů vypije 1-3 sklenice za týden, 4 % 4-7 sklenic za týden a pouhá 3 % vypijí více než 7 sklenic kolových nápojů za týden. Největší číslo v souvislosti s touto otázkou je 20 sklenic kolových nápojů vypitých za týden. Tuto odpověď udal pouze jeden respondent. Naopak, nejnižší hodnota, když nebereme v potaz respondenty, kteří kolové nápoje nepijí vůbec, je rovna čtvrtině sklenice za týden. Označilo ji 27 respondentů, což je druhá nejčastější odpověď u této otázky. Průměrná hodnota počtu vypitých porcí kolových nápojů se pohybuje kolem 1 sklenice za týden. Data shrnuje Tabulka 52 a graficky znázorňuje Graf 25.

*Tabulka 52 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic kolového nápoje za týden*

Počet vypitých sklenic kolového nápoje za týden	Počet respondentů	Podíl
Vůbec	67	49 %
Méně než 1 sklenice	39	29 %
1-3 sklenice	21	15 %
4-7 sklenic	5	4 %
Více než 7 sklenic	4	3 %

Graf 25 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic kolového nápoje za týden-procentuální zastoupení



I u pití kávy dominuje odpověď udávající, že ji respondenti nepijí vůbec. Z celého souboru je zastoupena více než jednou třetinou, konkrétně 33 %. Nicméně, z těch, kteří kávu pijí, převažují tentokrát jedinci dopřávající si více než 7 hrnků týdně, a to se zastoupením 29 %. Následují odpovědi udávající 4-7 hrnků s podílem 24 %, 1-3 hrnky se 13 % a méně než 1 hrnek týdně se zastoupením pouhá 2 %. Největší počet vypitých hrnků za týden udaný ve výzkumném souboru je roven 35 (1 respondent). Naopak nejmenší počet, s výjimkou těch, kteří kávu nepijí, je roven polovině hrnku kávy za týden a odpověděl tak také pouze 1 respondent. Průměrná hodnota ve výzkumném souboru se pohybuje kolem 6 hrnků kávy vypitých za týden. Data shrnuje Tabulka 53 a graficky znázorňuje Graf 26.

Tabulka 53 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých hrnků kávy za týden

Počet vypitých hrnků kávy s kofeinem za týden	Počet respondentů	Podíl
Vůbec	45	33 %
Méně než 1 hrnek	3	2 %
1-3 hrnky	17	13 %
4-7 hrnků	32	24 %
Více než 7 hrnků	39	29 %

*Graf 26 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých hrnků kávy za týden- procentuální zastoupení*

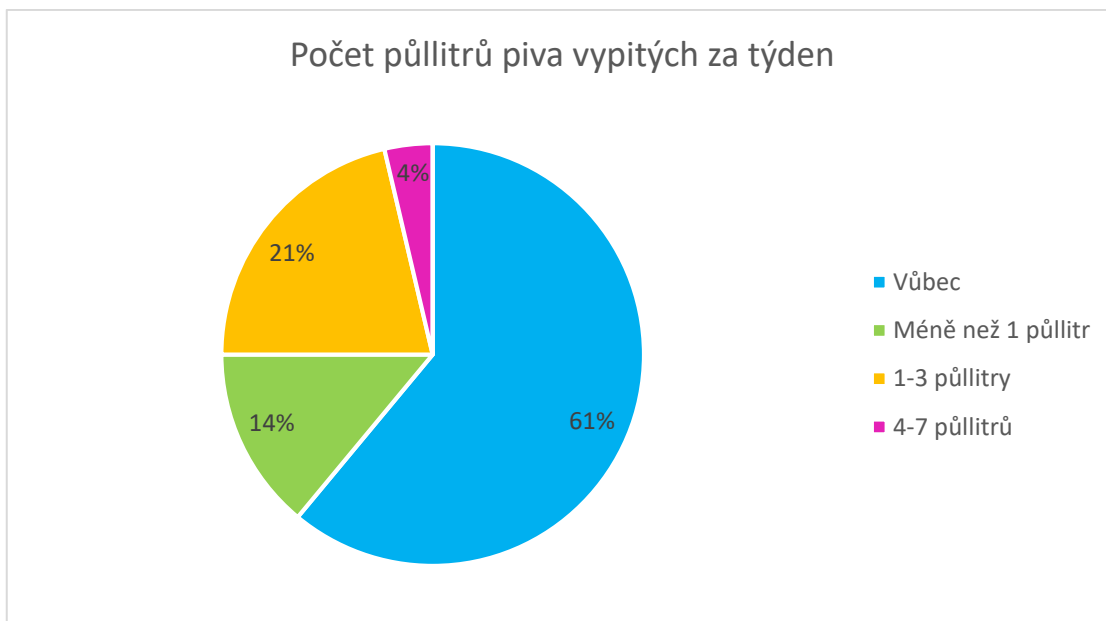


V souvislosti s pitím piva převažuje ve výzkumném souboru skupina jedinců, kteří pivo nepijí vůbec (61 %). Druhou nejvíce početnou skupinou, se zastoupením 21 %, jsou respondenti dopřávající si 1-3 püllitry piva týdně. Méně než 1 püllitr piva týdně si dá 14 % respondentů a 4-7 püllitrů za týden pouhá 4 %. Více než 7 püllitrů týdně neudává žádný z účastníků výzkumu. Největší udaná hodnota počtu püllitrů za týden je rovna 7 a odpověděli tak dva jedinci. Nejnižší udávaná hodnota u těch, co pivo pijí, je rovna čtvrtině püllitru za týden a je zastoupena 11 respondenty. Průměrná hodnota ve výzkumném souboru byla vypočítána na 0,6 püllitru piva za týden. Data shrnuje Tabulka 54 a graficky znázorňuje Graf 27.

*Tabulka 54 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých püllitrů piva za týden*

Počet vypitých püllitrů piva za týden	Počet respondentů	Podíl
Vůbec	83	61 %
Méně než 1 püllitr	19	14 %
1-3 püllitry	29	21 %
4-7 püllitrů	5	4 %
Více než 7 püllitrů	0	0 %

Graf 27 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých půllitrů piva za týden- procentuální zastoupení

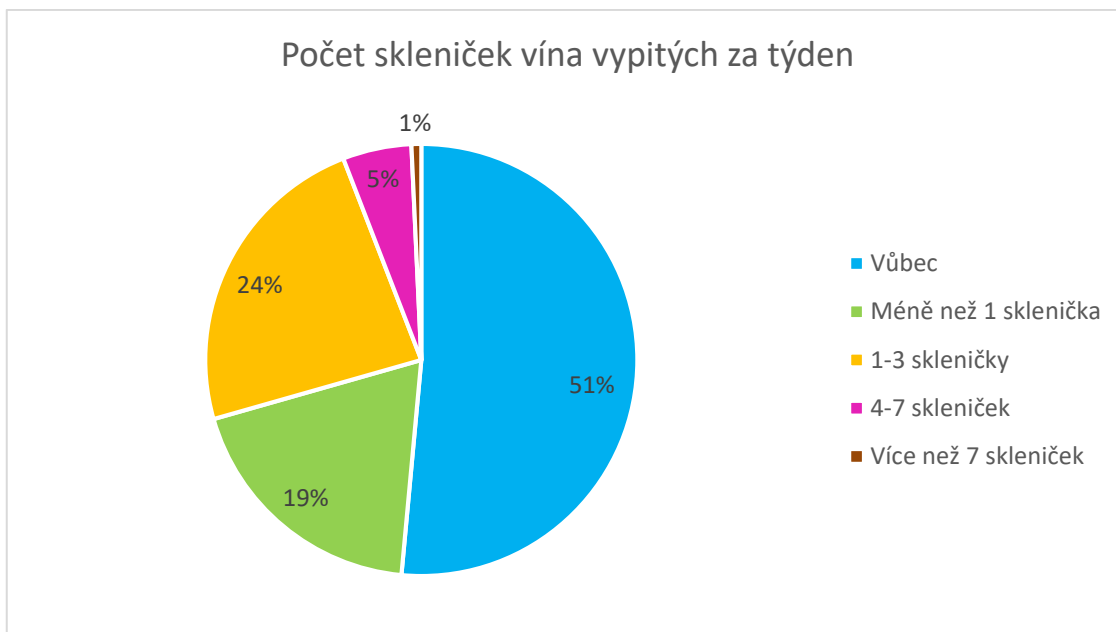


Pití vína je na tom poměrově podobně jako pití piva. Více jak polovina, tedy 51 %, nepije víno vůbec. 24 % respondentů si dopřeje 1-3 skleničky vína za týden, 19 % méně než 1 skleničku týdně, 5 % si dá během týdne 4-7 skleniček a pouhé 1 % více než 7 skleniček. Z těch nejnižší hodnot respondenti uvedli, že si dají 0,25 z 200 ml sklenky vína za týden. Tuto odpověď uvedlo celkem 13 respondentů. Nejvyšší počet vypitých skleniček vína za týden uvedený ve výzkumném souboru je roven 10 (1 respondent). Aritmetický průměr byl vypočítán přibližně na 0,8 sklenky (200ml). Data shrnuje Tabulka 55 a graficky znázorňuje Graf 28.

Tabulka 55 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých skleniček vína za týden

Počet vypitých skleniček (200ml) vína za týden	Počet respondentů	Podíl
Vůbec	70	51 %
Méně než 1 sklenička	26	19 %
1-3 skleničky	32	24 %
4-7 skleniček	7	5 %
Více než 7 skleniček	1	1 %

*Graf 28 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých skleniček vína za týden- procentuální zastoupení*



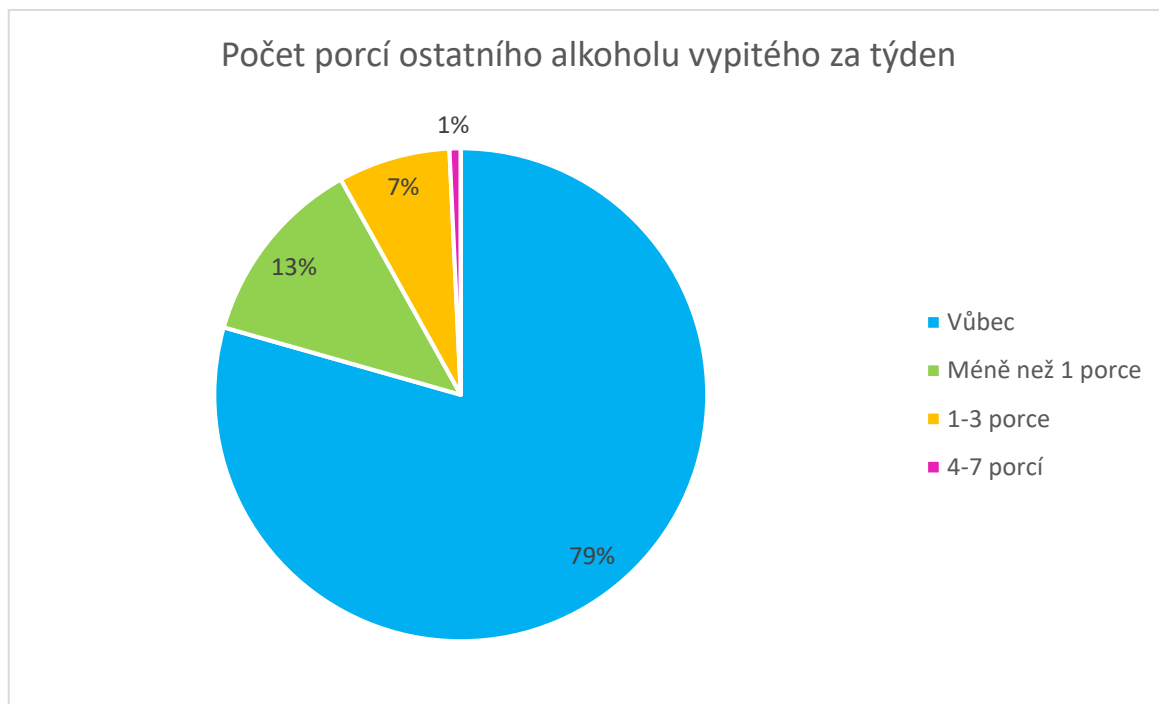
Ostatní alkohol nepije 79 % z celého souboru vůbec a zastoupení u ostatních odpovědí je oproti této minimální. 13 % respondentů si za týden dá méně než 1 porci, 7 % 1-3 porce, 1 % 4-7 porcí a nikdo nevedl, že by si dal více než 7 porcí ostatního alkoholu za týden. Nejnižší hodnota, u těch, co ostatní alkohol pijí, odpovídá čtvrtině jedné porce za týden a uvedlo ji 10 respondentů. Nejvyšší hodnota odpovídá 5 porcím ostatního alkoholu za týden a uvedl ji pouze jeden jedinec. Průměrná hodnota je rovna jedné pětině jedné porce vypité za týden. Data shrnuje Tabulka 56 a graficky znázorňuje Graf 29.

*Tabulka 56 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých porcí ostatního alkoholu za týden*

Počet vypitých porcí (1 dcl) ostatního alkoholu za týden	Počet respondentů	Podíl
Vůbec	108	79 %
Méně než 1 porce	17	13 %
1-3 porce	10	7 %
4-7 porcí	1	1 %
Více než 7 porcí	0	0 %



Graf 29 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých porcí ostatního alkoholu za týden-procentuální zastoupení



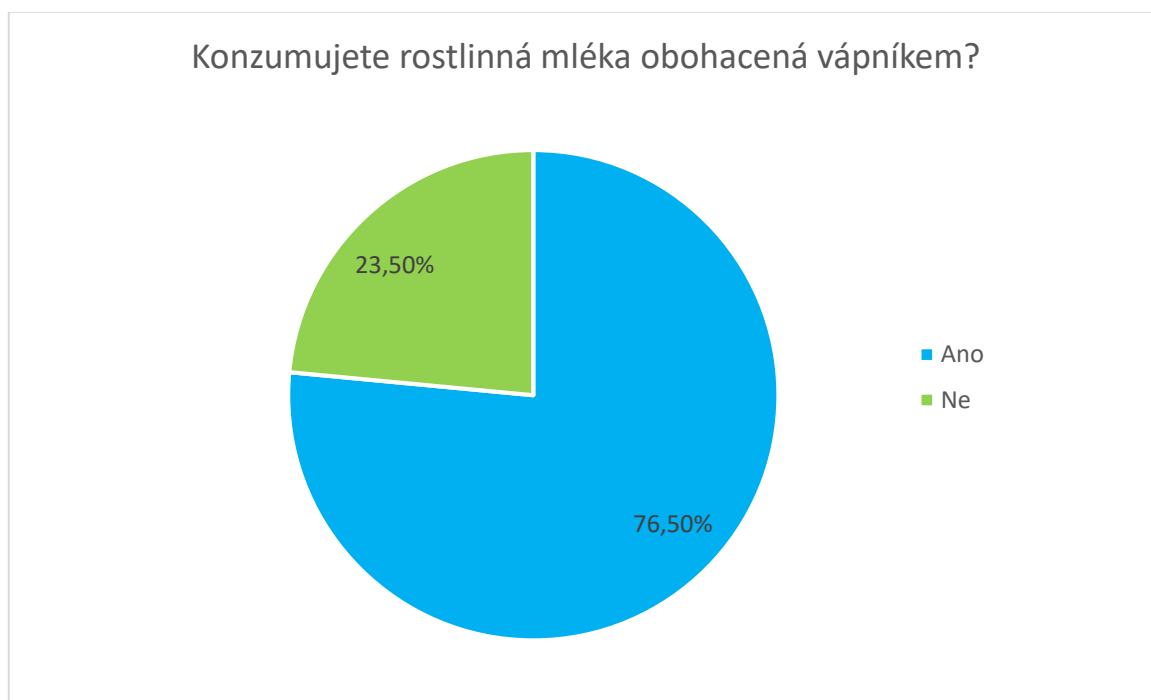
### Otázky č. 27, 28 a 29: Otázky týkající se konzumace rostlinných mlék obohacených vápníkem

Na otázku, zda respondenti konzumují rostlinná mléka obohacená vápníkem, odpověděla většina, tedy 76,5 %, kladně. Data znázorňuje Tabulka 57 a Graf 30.

*Tabulka 57 Konzumace rostlinných mlék v souboru respondentů*

Konzumace rostlinných mlék	Počet respondentů	Podíl
Ano	104	76,50 %
Ne	32	23,50 %

*Graf 30 Konzumace rostlinných mlék v souboru respondentů-procentuální zastoupení*

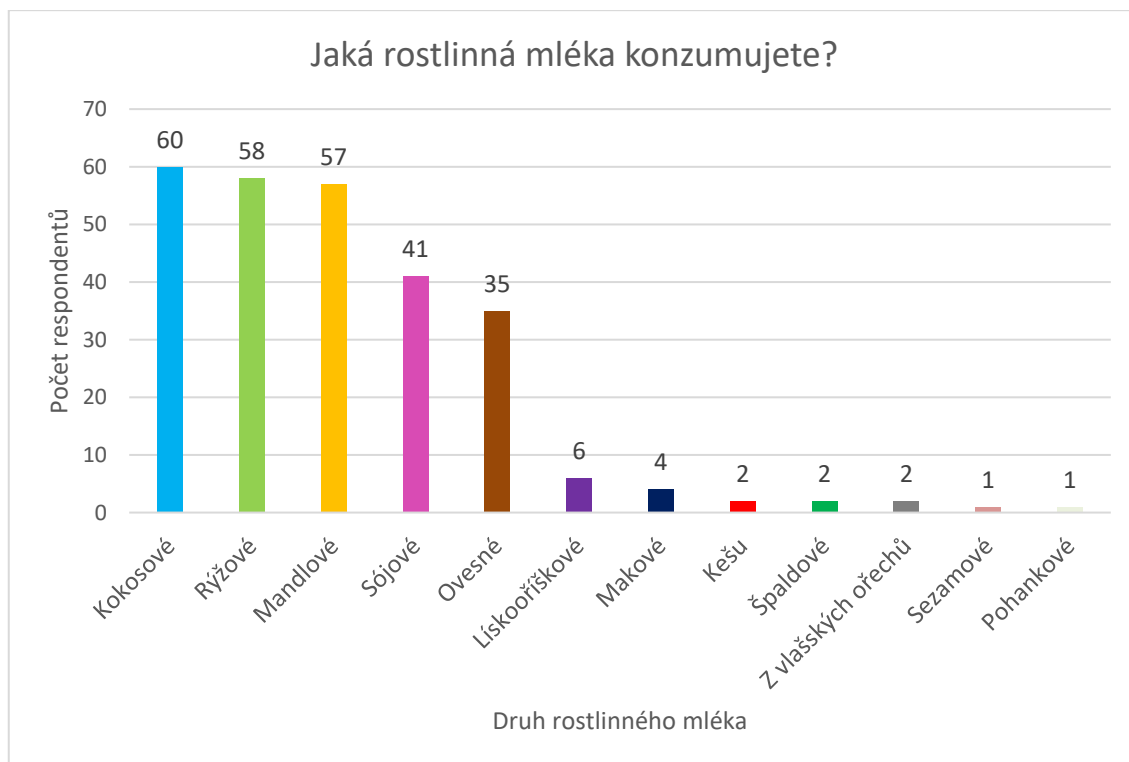


U otázky týkající se druhů konzumovaných rostlinných mlék dominují kokosové (60 respondentů), rýžové (58 respondentů) a mandlové mléko (57 respondentů). Nemalý počet jedinců uvedl také sójové (41 respondentů) a ovesné (35 respondentů). Ostatní druhy rostlinných mlék byly zastoupeny minimálně. V Tabulce 58 jsou data shrnuta, seřazena od nejčastější odpovědi po nejméně častou a mimo jiné i graficky znázorněna v Grafu 31.

Tabulka 58 Rostlinná mléka konzumovaná v souboru respondentů

Rostlinné mléko	Počet respondentů
Kokosové	60
Rýžové	58
Mandlové	57
Sójové	41
Ovesné	35
Lísko-oreškové	6
Makové	4
Kešu	2
Špaldové	2
Z vlašských ořechů	2
Sezamové	1
Pohankové	1

Graf 31 Rostlinná mléka konzumovaná v souboru respondentů



Odpovědi na otázku související s týdenní frekvencí konzumace rostlinného mléka byly celkem rozmanité. Nejvyšší uvedená týdenní frekvence konzumace zmíněných mlék je 20 vypitých sklenic týdně a uvedl ji pouze jeden člověk. Naopak, nejmenší frekvence se rovná jedné čtvrtině sklenice za týden. Tato odpověď je zastoupena 2 respondenty. Nejvíce zastoupenou odpovědí je 7 sklenic týdně, kterou uvedlo 24 respondentů. Nejméně jsou zastoupeny nejvyšší uvedené hodnoty, tedy 9, 14 a 20 sklenic rostlinných mlék vypitých za týden. Průměrně účastníci výzkumu vypijí 4 sklenice rostlinného mléka za týden. Data shrnuje Tabulka 59.

*Tabulka 59 Počet vypitých sklenic rostlinného mléka za týden u respondentů ve výzkumném souboru*

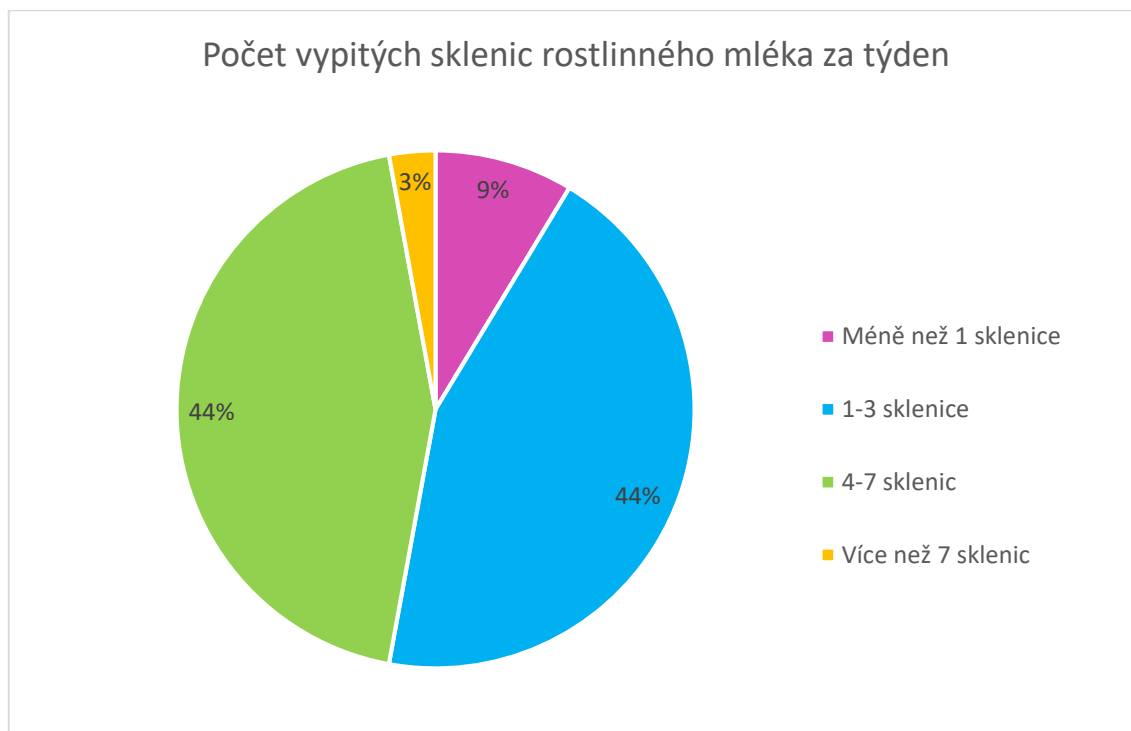
Počet vypitých sklenic rostlinného mléka za týden	Počet respondentů	Podíl
0,25	2	1,92 %
0,5	7	6,73 %
1	19	18,27 %
1,5	2	1,92 %
2	11	10,58 %
3	14	13,46 %
4	9	8,65 %
5	9	8,65 %
6	4	3,85 %
7	24	23,08 %
9	1	0,96 %
14	1	0,96 %
20	1	0,96 %

Pro větší přehlednost jsem data rozdělil do 4 skupin (viz. Tabulka 60 a Graf 32). Můžeme si všimnout, že okrajové hodnoty, tedy méně než 1 sklenice týdně (9 %) a více než 7 sklenic týdně (3 %), jsou zastoupeny nejméně. Skupiny udávající 1-3 sklenice týdně a 4-7 sklenic týdně mají ve výzkumném souboru stejný podíl, konkrétně 44 %.

*Tabulka 60 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic rostlinného mléka za týden*

Počet vypitých sklenic rostlinného mléka za týden	Počet respondentů	Podíl
Méně než 1 sklenice	9	9 %
1-3 sklenice	46	44 %
4-7 sklenic	46	44 %
Více než 7 sklenic	3	3 %

*Graf 32 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic rostlinného mléka za týden*



### Otázka č. 30: Jaké množství tekutin za den průměrně vypijete?

Množství tekutin vypitých za den se ve výzkumném souboru pohybuje od 0,2 litru (1 respondent) po 7 litrů za den (1 respondent). Nejčastěji se v souboru vyskytovala odpověď udávající 2 litry tekutin za den (47 respondentů). Průměrné množství tekutin vypitých za den je rovno 2 litrům. Data jsou seřazena od nejmenší hodnoty po nejmenší a shrnuta v Tabulce 61.

*Tabulka 61 Množství vypitých tekutin za den*

Množství vypitých tekutin za den (v litrech)	Počet respondentů
0,2	1
0,3	1
0,5	1
1	7
1,25	1
1,5	31
1,75	6
2	47
2,5	21
3	14
3,5	1
4	3
5	1
7	1

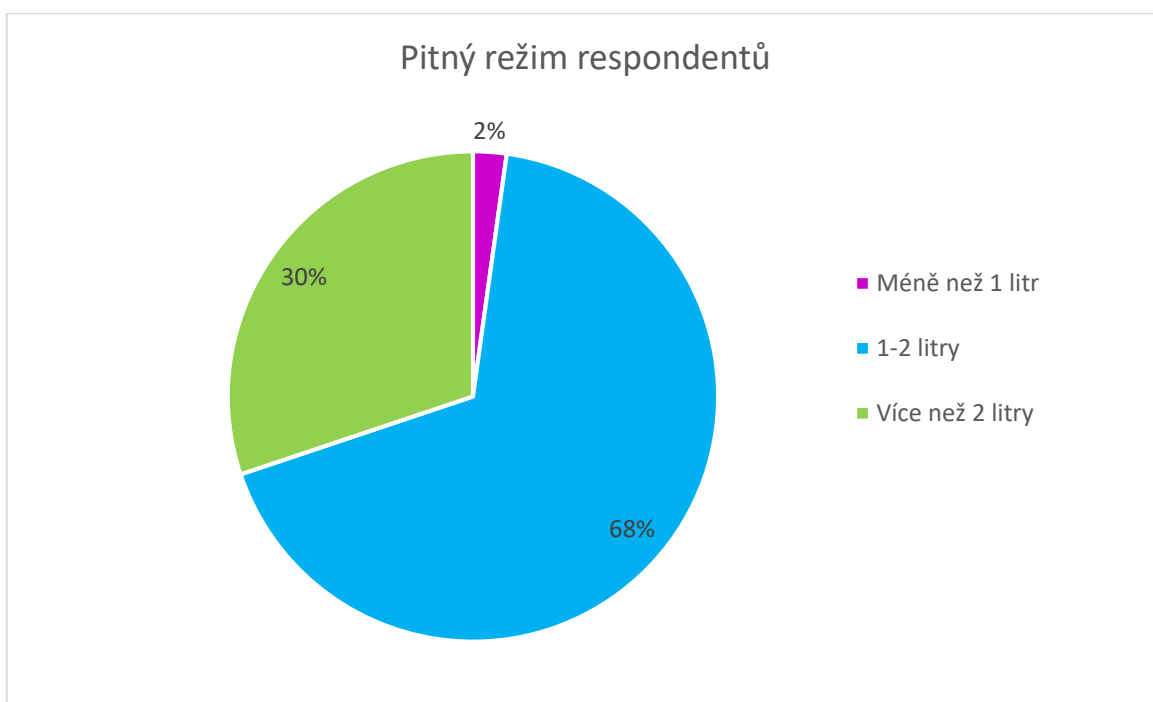
Pro větší přehlednost jsem soubor respondentů rozdělil do 3 skupin podle množství vypitých tekutin, dopočítal procentuální zastoupení a data uvedl do Tabulky 62 a graficky je znázornil v Grafu 33. Naprostá většina účastníků výzkumu, konkrétně 68 %,

vypije 1 až 2 litry tekutin za den. 30 % z celého souboru vypije více než 2 litry tekutin za den a nejmenší podíl, tedy 2 %, mají jedinci, jejichž pitný režim nedosahuje ani 1 litru za den.

*Tabulka 62 Rozdělení respondentů do skupin podle množství vypitých tekutin za den a procentuální zastoupení respondentů v každé ze skupin*

Množství vypitých tekutin	Počet respondentů	Podíl
Méně než 1 litr	3	2 %
1-2 litry	92	68 %
Více než 2 litry	41	30 %

*Graf 33 Rozdělení respondentů do skupin podle množství vypitých tekutin za den a procentuální zastoupení respondentů v každé ze skupin*

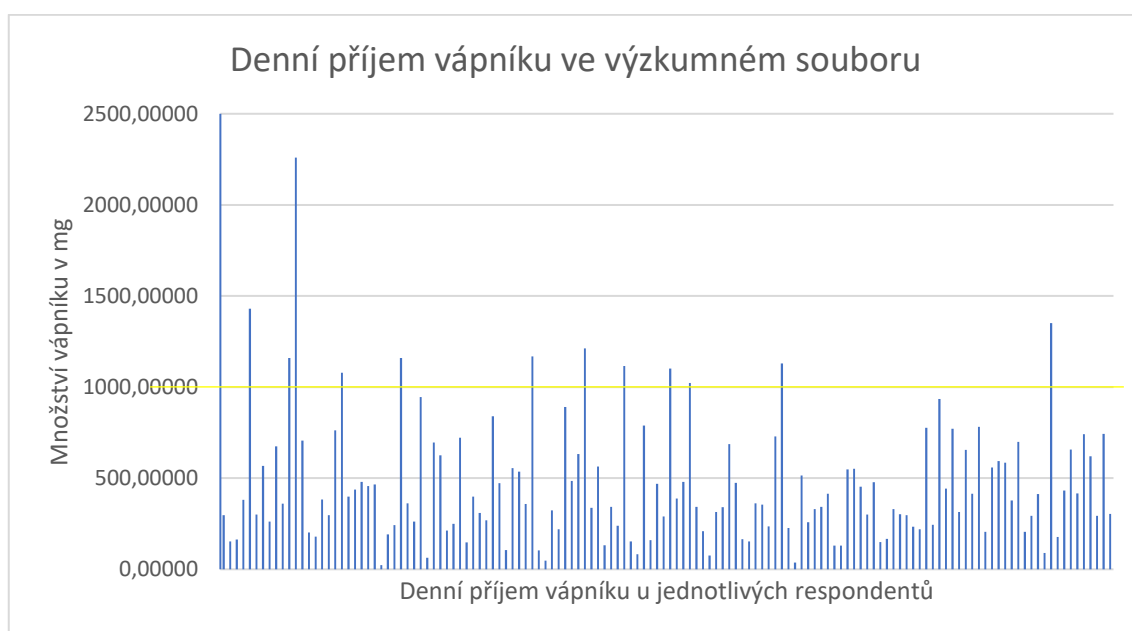


### 3.5 Hodnocení denního příjmu vápníku ve výzkumném souboru

Denní příjem vápníku byl počítán z frekvenčního dotazníku vybraných potravin (otázky č. 22 až 25), zároveň v něm zohledňuji příjem suplementů obsahujících vápník a příjem rostlinných mlék obohacených vápníkem. Příjem zmíněného minerálu jsem počítal tak, že jsem všechny vyplněné frekvence konzumace potravin sjednotil na týdenní frekvenci. U každé potraviny jsem následně vynásobil frekvenci její konzumace s jejím obsahem vápníku. To samé platilo pro rostlinná mléka a suplementy. U každého respondenta jsem tak získal příjem vápníku za týden, ze kterého jsem přibližně určil denní příjem. Pro úplný a přesnější příjem kalcia by bylo ideální hodnotit jídelníčky respondentů, nicméně, respondenti byly osloveni skrze sociální sítě, a proto podmínky pro takový sběr dat nebyly příliš vhodné.

Jak si můžeme z následujícího grafu (Graf 34) všimnout, výsledky jsou velmi znepokojivé. Pokud si jako doporučenou hodnotu denního příjmu vápníku stanovíme 1000 mg na den (vyznačena žlutou čarou), splňuje ji z celého výzkumného souboru pouze 12 jedinců, což je pouhých 9 % ze všech účastníků výzkumu. Pokud bychom hranici snížili na 800 mg na den, vzroste počet respondentů s adekvátním příjmem vápníku pouze o 4 lidi (o 3 %). Průměrné množství přijatého vápníku je rovno 467 mg za den. Nejnižší hodnota z celého výzkumného souboru je rovna 23 mg přijatého vápníku za den, naopak, nejvyšší hodnota dosahuje hodnoty 2259 mg. Medián je roven hodnotě 370 mg kalcia přijatého za den.

*Graf 34 Denní příjem vápníku ve výzkumném souboru*



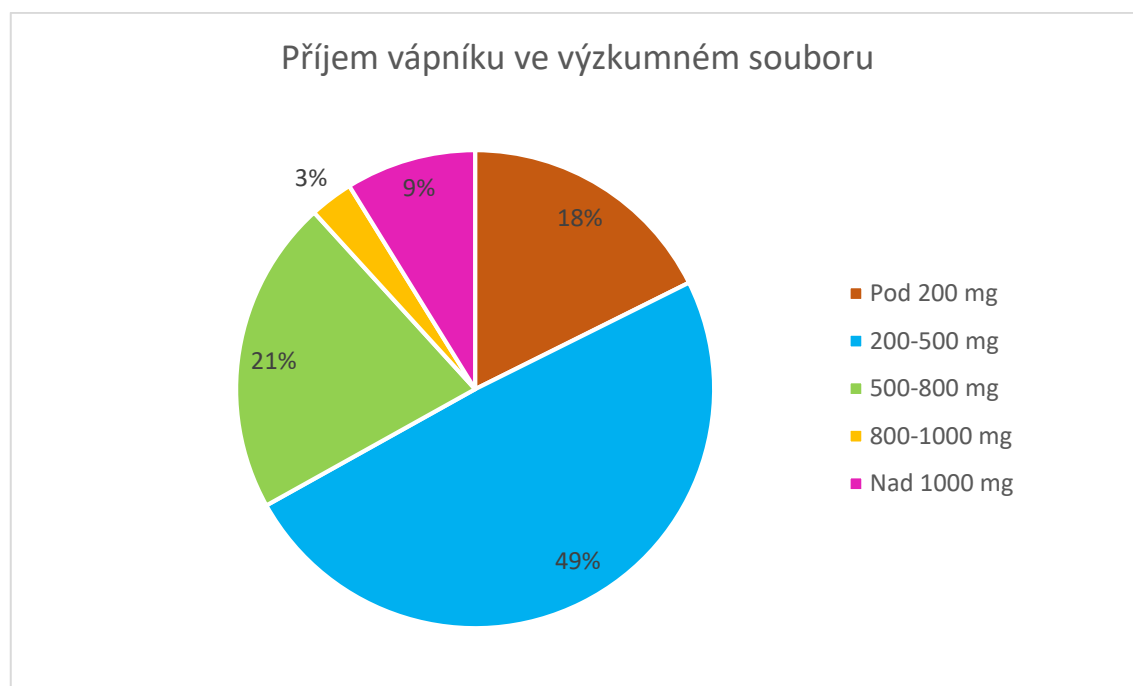


Když rozdělíme respondenty do 5 skupin podle množství přijatého vápníku za den, můžeme si všimnout, že dominující skupinu tvoří jedinci s příjmem 200-500 mg kalcia, což není ani polovina doporučené denní dávky stanovená například podle DACH na 1000 mg pro dospělého člověka. Druhou nejvíce zastoupenou skupinou jsou jedinci s příjmem 500-800 mg vápníku za den. 18 % účastníků výzkumu nepřijme denně více než 200 mg kalcia. Skupiny s uspokojivými výsledky jsou zastoupeny nejméně. 800-1000 mg vápníku zkonsumují pouhá 3 % z celého souboru a nad 1000 mg 9 % jedinců. Data shrnuje Tabulka 63 a Graf 35.

*Tabulka 63 Rozdělení respondentů do skupin podle denního příjmu vápníku*

Denní příjem vápníku	Počet respondentů	Podíl
pod 200 mg	24	18 %
200-500 mg	67	49 %
500-800 mg	29	21 %
800-1000 mg	4	3 %
Nad 1000 mg	12	9 %

*Graf 35 Rozdělení respondentů do skupin podle denního příjmu vápníku-procentuální zastoupení*



### 3.6 Hodnocení hypotéz

Pro hodnocení hypotéz jsem zvolil tzv. T-test, který srovnává střední hodnoty dvou výběrů (dvouvýběrový t-test) nebo střední hodnoty jednoho výběru s nějakou konstantní hodnotou (jednovýběrový) a hodnotí, zda je mezi výběry nebo mezi výběrem a konstantní hodnotou signifikantní rozdíl.

#### Hypotéza 1

H<sub>0</sub>: Mezi doporučenou denní dávkou vápníku 1000 mg a zjištěnými hodnotami jeho denního příjmu ve výzkumném souboru nebude signifikantní rozdíl.

H<sub>a</sub>: Mezi doporučenou denní dávkou vápníku 1000 mg a zjištěnými hodnotami jeho denního příjmu ve výzkumném souboru bude signifikantní rozdíl.

Na základě vypočítaných a stanovených hodnot (viz. Tabulka 64) můžeme vyvodit, že se průměrná hodnota ve výzkumném souboru signifikantně liší od hypotetické průměrné hodnoty. Hodnota p je nižší než stanovená hladina významnosti 0,05. Nulovou hypotézu tedy zamítáme a platí hypotéza alternativní (H<sub>a</sub>).

*Tabulka 64 Hodnoty potřebné pro statistické hodnocení hypotézy 1 pomocí jednovýběrového t-testu*

Aritmetický průměr příjmu vápníku v souboru	466,5368
Rozptyl	337,3623
Směrodatná odchylka	18,3674
Stanovená úroveň významnosti	0,05
Stupně volnosti	135
Kritická hodnota	1,98
t hodnota	-18,4407
p hodnota	< 0.00001

#### Výpočet:

Nejdříve jsem si zjistil na základě uvedených vzorců hodnotu t a stupně volnosti.

K výpočtu jsem potřeboval znát následující parametry:

$\bar{X}$ =aritmetický průměr≈466,5368

$\mu_0$  = hypotetický aritmetický průměr=1000

$S_x$ =směrodatná odchylka výzkumného souboru=18,3674

n=velikost souboru=136

Výše zmíněné hodnoty jsem pak dosadil do následujících vzorců:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S_x}{\sqrt{n}}} = \frac{466,5368 - 1000}{\frac{337,3623}{\sqrt{136}}} \approx -18,4407$$

$$\text{Stupně volnosti} = n - 1 = 136 - 1 = 135$$

Na základě stupňů volnosti a stanovené hladiny významnosti  $\alpha=0,05$  jsem určil podle tabulek kritickou hodnotu, která je rovna 1,98 a porovnal ji s vypočítanou t hodnotou.

Absolutní hodnota vypočítané t hodnoty výrazně překračuje kritickou hodnotu ( $18,4407 > 1,98$ ), průměrná hodnota ve výzkumném souboru se tedy signifikantně liší od hypotetické průměrné hodnoty. Hodnota p ( $p < 0,00001$ ) je nižší než stanovená hladina významnosti 0,05. Nulovou hypotézu tedy zamítáme a platí hypotéza alternativní ( $H_a$ ).

## Hypotéza 2

H<sub>0</sub>: Rozdíl v příjmu vápníku mezi skupinou užívající suplementy obsahující vápník a skupinou, která tyto suplementy neužívá, nebude signifikantní.

H<sub>a</sub>: Rozdíl v příjmu vápníku mezi skupinou užívající suplementy obsahující vápník a skupinou, která tyto suplementy neužívá, bude signifikantní.

Na základě vypočítaných a stanovených hodnot (viz. Tabulka 65) můžeme vyvodit, že se průměrná hodnota v první skupině signifikantně liší od průměrné hodnoty ve skupině druhé. Hodnota p je nižší než stanovená hladina významnosti 0,05. Nulovou hypotézu tedy zamítáme a platí hypotéza alternativní (H<sub>a</sub>).

*Tabulka 65 Hodnoty potřebné pro statistické hodnocení hypotézy 2 pomocí dvouvýběrového t-testu*

	Skupina 1 (neužívající suplementy s vápníkem)	Skupina 2 (užívající suplementy s vápníkem)
Aritmetický průměr	373,8155	755,9394
Rozptyl	89732,9362	80082,8087
Směrodatná odchylka	299,5546	282,9891
n (velikost souboru)	103	33
Hodnota t	-6,654	
Stupně volnosti	57	
Kritická hodnota	2,009	
Hodnota p	< 0.00001	
Stanovená úroveň významnosti	0,05	

### Výpočet:

Nejdříve jsem si zjistil na základě uvedených vzorců hodnotu t a stupně volnosti.

K výpočtu jsem potřeboval znát následující parametry:

$\bar{X}_1$ =aritmetický průměr v první skupině≈373,8155

$\bar{X}_2$ =aritmetický průměr v druhé skupině≈755,9394

$S_{x1}$ =směrodatná odchylka v první skupině=299,5546

$S_{x2}$ =směrodatná odchylka v druhé skupině=282,9891

$n_1$ =velikost první skupiny=103

$n_2$ =velikost druhé skupiny=33

Výše zmíněné hodnoty jsem pak dosadil do následujících vzorců:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = \frac{373,8155 - 755,9394}{57,4277} \approx -6,654$$

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{S_{X_1}^2}{n_1} + \frac{S_{X_2}^2}{n_2}} \approx 57,4277$$

$$\text{Stupně volnosti} = \frac{\left(\frac{S_{X_1}^2}{n_1} + \frac{S_{X_2}^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_{X_1}^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_{X_2}^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} \approx 57$$

Na základě stupňů volnosti a stanovené hladiny významnosti  $\alpha=0,05$  jsem určil podle tabulek kritickou hodnotu, která je rovna 2,009 a porovnal ji s vypočítanou t hodnotou.

Vypočítaná absolutní hodnota t výrazně překračuje kritickou hodnotu ( $6,654 > 2,009$ ), průměrná hodnota v první skupině se tedy signifikantně liší od průměrné hodnoty skupiny druhé. Hodnota p ( $p < 0,00001$ ) je nižší než stanovená hladina významnosti 0,05. Nulovou hypotézu tedy zamítáme a platí hypotéza alternativní ( $H_a$ ).

### 3.7 Diskuse

Pro dosažení zvolených cílů mé diplomové práce jsem zvolil metodu kvantitativního výzkumu. Tuto metodu shledávám pro svůj výzkum nejvíce vhodnou, neboť díky ní jsem mohl nasbírat rychle a poměrně snadno data od rozsáhlého vzorku respondentů. Nicméně se u této metody můžeme setkat se zkreslením výsledků, a to hned z několika důvodů. Vzhledem k tomu, že respondenti vyplňovali dotazník anonymně, nemuseli uvádět pravdu. Dotazník byl poměrně obsáhlý a někteří jedinci nemuseli vyplnit veškeré informace, na které byli například v otevřených otázkách tázáni. Mimo jiné zde hrají i okolnosti, za jakých dotazník vyplňovali a stejně tak mohlo dojít ke zkreslení z důvodu špatného nebo nedostatečného pochopení otázky i přesto, že jsem se snažil otázky volit a formulovat co nejsrozumitelněji.

Hlavní cíl, který jsem si stanovil, bylo zmapovat příjem vápníku u jedinců s omezeným příjmem mléka a mléčných výrobků, ať už to bylo z jakéhokoliv důvodu. Naprostou většinu výzkumného souboru tvoří jedinci trpící na laktózovou intoleranci (33 %), alergii na bílkovinu kravského mléka (44 %) nebo mají kombinaci obou (13 %). Jen malá část souboru (10 %) netrpí ani na jedno ze zmíněných onemocnění a uvedla jiné důvody, kdy se například jednalo o zdravou matku kojící dítě právě s alergií na bílkovinu kravského mléka.

Stanovený cíl jsem splnil, nicméně zmapovaný příjem vápníku u jedinců je pouze orientační, neboť z frekvenčního dotazníku nelze s jistotou a přesností určit jeho denní příjem. Vhodnější metodou je v tomto případě záznam jídelníčku, ideálně čtyřdenního (3 všední dny, 1 víkendový), kdy jedinec průběžně uvádí množství konzumovaných jídel a i čas, ve který dané potraviny jí. V tomto případě je, na rozdíl od frekvenčního dotazníku, méně pravděpodobné, že jedinec něco zapomene uvést. Mimo jiné bychom měli přehled i o tom, v jakou denní dobu přijímá potraviny obsahující vápník a jestli je náhodou nejí v kombinaci s jinými potravinami, které jeho vstřebávání mohou snížit nebo naopak podpořit. Nicméně, u takto velkého souboru, navíc u respondentů oslovených přes sociální sítě, nebylo vhodné záznamy jídelníčků použít. Musel bych být s jednotlivými respondenty v kontaktu, v ideálním případě se s nimi minimálně jednou sejit a patřičně je o záznamu jídelníčků edukovat, a to by z časového hlediska bylo velmi náročné. Frekvenční dotazník má však také své výhody, mohl jsem v rámci dotazníku jednoduše a rychle získat data o frekvenci konzumace vybraných potravin u poměrně

velkého souboru respondentů za krátkou časovou jednotku, navíc jeho vyplňování není pro respondenty tak časově náročné jako několikadenní záznam jídelníčku.

I přesto, že je zjištěný příjem vápníku pouze orientační, mohu s jistotou říct, že jeho příjem ve výzkumném souboru je velmi nedostačující. V porovnání s doporučeným příjmem pro německy mluvící země (DACH, určené pro Německo, Rakousko a Švýcarsko) stanoveným na 1000 mg dosahuje průměrná hodnota příjmu vápníku v souboru přibližně 467 mg za den, což není ani polovina doporučeného množství. U 18 % jedinců se denní příjem vápníku nevyšplhá ani na 200 mg za den, a to je kromě vybraných potravin v příjmu zohledněno i užívání suplementů obsahujících vápník a vápníkem obohacených rostlinných mlék. V tomto případě jsem názoru, že i kdybychom hodnotili podrobný záznam jídelníčku a brali v potaz úplně všechny konzumované potraviny, tak by se hodnoty nevyšplhaly tak vysoko, aby příjem vápníku odpovídal doporučeným hodnotám.

Nedostatečný příjem vápníku ve výzkumném souboru je dle mého názoru následkem hned několika skutečností. Téměř 79 % respondentů uvedlo, že netoleruje ani mléko ani mléčné výrobky, které jsou nejlepším zdrojem vápníku, jak z hlediska jeho obsahu, tak jeho využitelnosti, a průměrně z nich jedinec získává 50-70 % jeho denního příjmu. Ve skupině jedinců trpících laktózovou intolerancí uvedlo pouze 35 % toleranci mléka a mléčných výrobků v omezeném množství a případnou konzumaci bezlaktózového mléka a bezlaktózových mléčných výrobků. Dle mého názoru je u laktózové intolerance striktní omezování mléčných výrobků až příliš drastické. Jedinci mají individuální snášenlivost laktózy a pokud to není nutné, doporučil bych alespoň minimální množství v jídelníčku ponechat. V této souvislosti bych vyzdvihl například zakysané mléčné výrobky, kde je laktóza už částečně fermentována. Pokud jedincům nedělají dobře žádné mléčné výrobky, sáhl bych po jejich bezlaktózových variantách, které byly v dotazníkovém šetření uváděny rovněž minimálně. Pouze 8 jedinců s intolerancí laktózy uvedlo, že konzumuje bezlaktózové mléko a mléčné výrobky.

Dalším důvodem nedostatečného příjmu vápníku může být jeho nedostatečná suplementace. U jedinců s omezeným příjmem mléka a mléčných výrobků, ať už je to z jakéhokoliv důvodu, se doporučuje užívání doplňků obsahujících vápník. Nicméně, při analýze dat jsem zjistil, že tyto suplementy užívá pouze 24 % respondentů, a ještě k tomu téměř polovina (48 %) z nich nebere suplementy každý den. Na místě je

i suplementace probiotik, která je v souboru také nedostatečná (uvedlo ji pouze 8 respondentů).

I nedostatečná informovanost ohledně zásad příjmu vápníku, rizik spojených s jeho nedostatečným příjmem a jeho zdrojích může hrát nemalou roli v tom, jak znepokojivé výsledky mi vyšly. Více, jak 68 % z celého souboru uvedlo, že zásady ohledně příjmu vápníku a jeho zdrojů zná. Nicméně, když se zaměříme na zdroje, ze kterých informace čerpají, tvoří převážnou část respondenti, kteří informace získali na internetu. Tuto odpověď uvedlo 77 respondentů, to je přibližně 83 % z těch, kteří uvedli, že jsou ohledně příjmu vápníku informováni. V tomto případě záleží, o jaké internetové zdroje se jedná, neboť spousta článků, pokud se nejedná o vědecké články nebo články zveřejňované uznávanými společnostmi v souvislosti s výživou, nemusí podávat relevantní informace. Pouze 22 respondentů uvedlo, že informace získalo od lékaře a 6 jedinců od nutričního terapeuta nebo specialisty. Vzhledem k tomu, že drtivou část výzkumného souboru tvoří lidé s diagnostikovanou alergií na bílkovinu kravského mléka nebo laktózovou intolerancí, jsem překvapen, že velká část z nich nebyla edukována lékařem, nutričním terapeutem nebo nutričním specialistou. I přes poměrně vysoké procento informovanosti obsah vápníku v potravinách sleduje pouhých 22 % jedinců, z čehož vyplývá, že důraz na jeho příjem velká část souboru příliš neklade.

Na druhou stranu, výsledky vycházející z otázek týkajících se životního stylu respondentů a onemocněních a léků, které mohou ovlivnit metabolismus vápníku, byly celkem uspokojivé. Nevhodný životní styl může negativně ovlivňovat metabolismus vápníku a jedná se o významný rizikový faktor různých onemocnění, kde v souvislosti s kalcielem je důležité zmínit především osteoporózu. Takový negativní vliv má například příliš vysoké nebo nízké BMI, kouření, abusus alkoholu, nedostatečná pohybová aktivita, nedostatek spánku a jiné. Z hlediska BMI spadalo 60 % souboru do rozmezí normy, jedinci, kteří spadali do rizikových skupin, ať se jednalo o obezitu nebo naopak podváhu bylo oproti normě a nadváze mnohonásobně méně. Pouze necelých 7 % z celého souboru uvedlo, že kouří. Abusus alkoholu je na tom hůře, nicméně vždy více jak polovina respondentů uvádí, že nepije alkohol vůbec (pivo, víno ani ostatní alkohol) a pokud ho pije, týdenní frekvence se pohybuje nejčastěji kolem 1-3× za týden. Když se zaměříme na pohybovou aktivitu, 89 % provozuje nějakou alespoň jednou týdně a průměrná hodnota frekvence pohybové aktivity dokonce dosahuje 3 pohybových aktivit za týden



a průměrná doba trvání jedné takové aktivity se pohybuje kolem 1 hodiny. Pohyb účastníků výzkumu tak vyvažuje fyzickou náročnost jejich zaměstnání, která je u více jak poloviny respondentů z důvodu sedavého zaměstnání velmi nízká. Rovněž pozitivní výsledky přinesly odpovědi na otázku týkající se pitného režimu, 98 % z celého souboru vypije za den 1-2 litry tekutin a více. Doba spánku také odpovídá zdravému životnímu stylu, 88 % respondentů spí 6-8 hodin denně.

V dotazníku jsem se mimo jiné zaměřoval na sekundární rizikové faktory osteoporózy, jako jsou různá onemocnění a léky, které mohou nějakým způsobem ovlivnit metabolismus vápníku, nejčastěji v souvislosti s jeho vstřebáváním nebo exkrecí. 5 lidí označilo, že už osteoporózu má. Nicméně, více jak polovina, konkrétně 57,4 %, uvedla, že netrpí žádným z tázaných onemocnění, z těch ostatních byla nejčastěji zastoupena onemocnění štítné žlázy, dlouhodobá onemocnění střev s výjimkou laktózové intolerance a gynekologické problémy. Ostatní onemocnění byla zastoupena minimálně. U léků byly výsledky lepší, neboť 89 % nebere žádné z léků, které by mohly mít negativní vliv na metabolismus vápníku. Z těch uvedených byly nejčastěji označovány kortikoidy (5,1 %) a inhibitory protonové pumpy (5,1 %), jejich zastoupení je však i tak minimální. Takto kladné hodnoty přisuzuji tomu, že naprostá většina respondentů, 88 %, je ve věku 40 let a méně, více jak polovina souboru je dokonce ve věku 30 let a méně. V případě, že by se věk respondentů pohyboval ve vyšších hodnotách, předpokládal bych výskyt zmíněných onemocnění a užívání léků ve větší míře. Nižší věk lze odůvodnit tím, že účastníci souboru byli osloveni skrze sociální sítě, které jsou doménou především mladších generací. Další rizikový faktor osteoporózy, kterým jsem se zabýval, je výskyt nízkozátěžových zlomenin, který uvedlo necelých 7 % respondentů.

### 3.8 Závěr

Vápník má v lidském organismu nezastupitelnou roli, a to nejenom v oblasti kostí a zubů. Tato minerální látka zastává celou řadu dalších funkcí, uplatňuje se při kontrakcích příčně pruhované a hladké svaloviny, srážení krve, neuromuskulární dráždivosti, enzymatických reakcích a při hormonální regulaci. Kromě toho má důležitou roli ve spojitosti s ději odehrávajícími se uvnitř buňky. Proto je důležité dbát na jeho příjem, zejména, když je u jedince z nějakého důvodu nutná restrikce jeho nejlepších zdrojů, mléka a mléčných výrobků. Nicméně, lidé mají tendenci význam vápníku bagatelizovat a nevěnují jeho příjmu a případné suplementaci příliš velkou pozornost. Ostatně to potvrzuje i výsledek mého výzkumu, kde ani příjem vápníku, ani jeho suplementace ve výzkumném souboru nebyla ani zdaleka dostačující. Z tohoto důvodu je nutné klást důraz na informovanost lidí, především těch, kterým byla diagnostikována alergie na bílkovinu kravského mléka nebo laktózová intolerance. V těchto případech by primární zdroje informací měli představovat především lékaři nebo nutriční terapeuti a specialisté. Minimálně ve výzkumném souboru tomu tak není, neboť drtivá většina všech informovaných udávala jako hlavní zdroj informací internet, kde se nachází obrovské množství nerelevantních informací a dle mého názoru je pro laika obtížné rozeznat, čemu může věřit a čemu ne.

Na druhou stranu výsledky získané z odpovědí na otázky ohledně životního stylu respondentů a s ním souvisejících rizikových faktorů osteoporózy byly poměrně uspokojivé. Ve výzkumném souboru převažovali nekuřáci, stejně tak dopadl abus alkohol. Většina respondentů provozuje pravidelně pohybovou aktivitu, má dostatečný pitný režim a dostatečný spánek. BMI respondentů se také většinou pohybovalo v normě nebo v rozmezí nadváhy, rizikových hodnot dosahovala jen malá část souboru. Co se týče onemocnění a užívání léků, které by mohly nějakým způsobem ovlivnit metabolismus vápníku, jsou výsledné hodnoty také optimistické, neboť většina uvedla, že netrpí na žádné z tázaných onemocnění a neužívá žádné z uvedených léků. Pokud by tedy respondenti kladli větší důraz na příjem vápníku a jeho případnou suplementaci, z hlediska zásad prevence osteoporózy by si pak velká část výzkumného souboru vedla velice dobře.

Diplomová práce mi byla nemalým přínosem, myslím, že jsem se dozvěděl mnoho nových a zajímavých informací nejen v souvislosti s výživou, ale i v jiných oblastech,

jako jsou například fyziologie a patofyziologie. Vzhledem k tomu, že jsem kromě českých zdrojů čerpal i ze široké škály těch zahraničních, myslím, že jsem se do problematiky vápníku ponořil celkem do hloubky a doufám, že tato práce nebude přínosem pouze mně, ale i ostatním.

## Použitá literatura

- [1] THEOBALD, H. E. Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin* [online]. 2005, 30(3), 237-277 [cit. 20.9.2019]. DOI: 10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x. ISSN 1471-9827. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>
- [2] WILHELM, Zdeněk. Co je dobré vědět o vápníku? [online]. 2007. In: Praktické lékařství. [cit. 20.9.2019]. Dostupné z: [https://www.praktickelekarenstvi.cz/artkey/lek-200704-0009\\_Co\\_je\\_dobre\\_vedet\\_o\\_vapniku.php](https://www.praktickelekarenstvi.cz/artkey/lek-200704-0009_Co_je_dobre_vedet_o_vapniku.php)
- [3] CORMICK, Gabriela a Jose M BELIZÁN. Calcium Intake and Health. *Nutrients* [online]. 2019, 11(7) [cit. 20.9.2019]. DOI: 10.3390/nu11071606. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/7/1606>
- [4] Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Geneva: World Health Organization, 2004. ISBN 9241546123.
- [5] BRONNER, Felix. Mechanisms of intestinal calcium absorption. *Journal of Cellular Biochemistry* [online]. 2003, 88(2), 387-393 [20.9.2019]. DOI: 10.1002/jcb.10330. ISSN 07302312. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jcb.10330>
- [6] SHAKER J.L, L. DEFTOS. Calcium and Phosphate Homeostasis [online]. 2019. In: National Institutes of Health, ©2019. [cit. 20.9.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279023/>
- [7] DUSILOVÁ SULKOVÁ, Sylvie. Nezastupitelná úloha vitamínu D v prevenci a léčbě osteoporózy [online]. 2011. In: Praktické lékařství 7 (2). [cit. 20.9.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/lek-201102-0003\\_Nezastupitelna\\_uloha\\_vitamínu\\_D\\_v\\_prevenci\\_a\\_lecbe\\_osteoporozy.php](https://www.solen.cz/artkey/lek-201102-0003_Nezastupitelna_uloha_vitamínu_D_v_prevenci_a_lecbe_osteoporozy.php)
- [8] CALVEZ, J., N POUPIN, C. CHESNEAU, C. LASSALE a D.TOMÉ. Protein intake, calcium balance and health consequences. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2012, 66(3), 281-295. [cit. 20.9.2019]. DOI: 10.1038/ejcn.2011.196. ISSN 0954-3007. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/ejcn2011196>
- [9] KERSTETTER, J. E., K. O. O'BRIEN, D. M. CASERIA, D. E. WALL a K. L. INSOGNA. The Impact of Dietary Protein on Calcium Absorption and Kinetic Measures of Bone Turnover in Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2005, 90(1), 26-31. [cit. 20.9.2019]. DOI: 10.1210/jc.2004-0179. ISSN 0021972X. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jc.2004-0179>
- [10] HUNT, J.R, L. K JOHNSON a Z.F. ROUGHEAD. Dietary protein and calcium interact to influence calcium retention: a controlled feeding study. *The American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2009, 89(5), 1357-1365. [cit. 20.9.2019]. DOI: 10.3945/ajcn.2008.27238. ISSN 0002-9165. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ajcn/article/89/5/1357/4596811>
- [11] KERSTETTER, J. E., D. E. WALL, K. O. O'BRIEN, D. M. CASERIA a K. L. INSOGNA. Meat and Soy Protein Affect Calcium Homeostasis in Healthy Women. *The Journal of Nutrition* [online]. 2006, 136(7), 1890-1895. [cit. 20.9.2019].

DOI:10.1093/jn/136.7.1890. ISSN 0022-3166. Dostupné z:  
<https://academic.oup.com/jn/article/136/7/1890/4664693>

[12] CEGLIA, L., S. S. HARRIS, S. A. ABRAMS, H. M. RASMUSSEN, G. E. DALLAL a B. DAWSON-HUGHES. Potassium Bicarbonate Attenuates the Urinary Nitrogen Excretion That Accompanies an Increase in Dietary Protein and May Promote Calcium Absorption. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2009, 94(2), 645-653. [cit. 18.9.2019]. DOI: 10.1210/jc.2008-1796. ISSN 0021-972X. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jc.2008-1796>

[13] RAŠKOVÁ, Mária. Kalcium: kostní a kardiovaskulární účinky [online]. 2013. In: *Medicína pro praxi*, 10(10) [cit. 18.9.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/med-201310-0007\\_Kalcium\\_kostni\\_a\\_kardiovaskularni\\_ucinky.php](https://www.solen.cz/artkey/med-201310-0007_Kalcium_kostni_a_kardiovaskularni_ucinky.php)

[14] ROSS, A. Catharine. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [online]. Washington, D.C: National Academies Press, 2011. [cit. 18.9.2019]. DOI: 10.17226/13050. ISBN 978-0-309-16394-1.

[15] MATALOVÁ, Petra. Osteoporóza – 2. část, Farmakoterapie [online]. 2019. In: *Interní medicína pro praxi*, 21(1). [cit. 10.9.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201901-0003\\_osteoporoz\\_a\\_2\\_castfarmakoterapie.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201901-0003_osteoporoz_a_2_castfarmakoterapie.php)

[16] SOTORNÍK, Ivo. Osteoporóza – epidemiologie a patogeneze [online]. 2016. In: *Vnitřní lékařství*, 62(6). [cit. 10.9.2019]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/vnitri-lekarstvi/2016-suppl-6/osteoporoz-a-epidemiologie-a-patogeneze-60103>

[17] RAFFERTY, K. a R.P. HEANEY. Nutrient Effects on the Calcium Economy: Emphasizing the Potassium Controversy. *The Journal of Nutrition* [online]. 2008, 138(1), 166S-171S [cit. 10. 9.2019]. DOI: 10.1093/jn/138.1.166S. ISSN 0022-3166. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jn/article/138/1/166S/4665009>

[18] KUČEROVÁ, Irena. Výživa v prevenci a v léčbě osteoporózy [online]. 2010. In: *interní medicína pro praxi*, 12(9). [cit. 10.9.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201009-0015\\_Vyziva\\_v\\_prevenci\\_a\\_v\\_lecbe\\_osteoporozy.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201009-0015_Vyziva_v_prevenci_a_v_lecbe_osteoporozy.php)

[19] ZLATOHLÁVEK, Lukáš. *Klinická dietologie a výživa*. Praha: Current Media, 2016. Medicus. ISBN 978-80-88129-03-5.

[20] Fytová kyselina [online]. In: *Bezpečnost potravin*, Ministerstvo zemědělství © 2018. [cit. 10.9.2019]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76776.aspx>

[21] Kyselina šťavelová [online]. In: *Bezpečnost potravin*, Ministerstvo zemědělství © 2018. [cit. 10.9.2019]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92055.aspx>

[22] FITZGERALD, Pat. Medications That Can Be Bad for Your Bones. 2019. In: *American Bone Health*, © 2019. [cit. 10.9.2019]. Dostupné z:

<https://americanbonehealth.org/bone-health/medications-that-can-be-bad-for-your-bones-2/>

[23] KAMENÍKOVÁ, L., N. KUTINOVÁ-CANOVÁ, H. FARGHALI. Nové poznatky o úloze calcium-sensing receptoru při léčbě poruch kostní a minerálové homeostázy [online]. 2013. In: *Klinická farmakologie a farmacie*, 27(3-4). [cit. 10.9.2019].

Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/far-201303-0008\\_Nove\\_poznatky\\_o\\_uloze\\_calcium-sensing\\_receptoru\\_pri\\_lecbe\\_poruch\\_kostni\\_a\\_mineralove\\_homeostazy.php](https://www.solen.cz/artkey/far-201303-0008_Nove_poznatky_o_uloze_calcium-sensing_receptoru_pri_lecbe_poruch_kostni_a_mineralove_homeostazy.php)

[24] BROULÍK, Petr. Hyperkalcemie: na co je třeba myslet a jaká vyšetření provést? [online]. 2011. In: *Interní medicína pro praxi*, 13(7). [cit. 14.9.2019]. Dostupné z:

<https://www.internimedcina.cz/pdfs/int/2011/07/10.pdf>

[25] ŽOFKOVÁ, Ivana. Hyperkalcemie v praxi [online]. 2012. In: *Interní medicína pro praxi*, 14(11). [cit. 14.9.2019]. Dostupné z:

<https://www.internimedcina.cz/pdfs/int/2012/11/05.pdf>

[26] MUNDY, G. R., GUISE T. A. Hormonal Control of Calcium Homeostasis [online]. 1999. In: American Association for Clinical Chemistry © 2019. [cit. 14.9.2019]. Dostupné z:

<http://clinchem.aaccjnls.org/content/45/8/1347>

[27] VESELÝ, Ondřej. Parathormon a poruchy jeho sekrece a účinku [online]. 2012. In: E-learningová podpora mezioborové integrace výuky na UP Olomouc, ©2010. [cit. 14.9.2019]. Dostupné z:

<http://pfyziolklin.upol.cz/?p=6346>

[28] BROULÍK, Petr. Dvojitý účinek parathormonu na kostní tkáň [online]. 2008. In: *Interní medicína pro praxi*, 10(5). [cit. 14.9.2019]. Dostupné z:

[https://www.internimedcina.cz/artkey/int-200805-0005\\_Dvoji\\_ucinek\\_parathormonu\\_na\\_kostni\\_tkan.php](https://www.internimedcina.cz/artkey/int-200805-0005_Dvoji_ucinek_parathormonu_na_kostni_tkan.php)

[29] UNGVARSKY, Janine. Calcitonin. *Salem Press Encyclopedia of Health* [online]. 2018 [cit. 10.10.2019]. Dostupné z: <https://1url.cz/LMyjI>

[30] FELSENFELD, A. J. a B. S. LEVINE. Calcitonin, the forgotten hormone: does it deserve to be forgotten? *Clinical Kidney Journal* [online]. 2015, 8(2), 180-187. [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.1093/ckj/sfv011. ISSN 2048-8505. Dostupné z:

<https://academic.oup.com/ckj/article-lookup/doi/10.1093/ckj/sfv011>

[31] DAVEY, R. A. a D. M. FINDLAY. Calcitonin: Physiology or fantasy? *Journal of Bone and Mineral Research* [online]. 2013, 28(5), 973-979. [cit.10.10.2019]. DOI: 10.1002/jbmr.1869. ISSN 08840431. Dostupné z:

<http://doi.wiley.com/10.1002/jbmr.1869>

[32] RŮŽIČKOVÁ, Olga. Možnosti léčby osteoporózy [online]. 2017. In: *Interní medicína pro praxi*, 19(5). [cit. 10.10.2019]. Dostupné z:

[https://www.internimedcina.cz/artkey/int-201705-0003\\_Moznosti\\_lecby\\_osteoporozy.php](https://www.internimedcina.cz/artkey/int-201705-0003_Moznosti_lecby_osteoporozy.php)

[33] HRDÝ, Petr a Pavel NOVOSAD. Nové poznatky o funkci vitamínu D [online]. 2015. In: *Praktické lékařství*, 11(2). [cit. 10.10.2019]. Dostupné z:

<https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2015/02/03.pdf>

- [34] PALIČKA, Vladimír. Vitamin D a jeho role (nejen) v osteologii [online]. 2011. In: Interní medicína pro praxi, 13(10). [cit. 10.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201110-0004\\_Vitamin\\_D\\_a\\_jeho\\_role\\_nejen\\_v\\_osteologii.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201110-0004_Vitamin_D_a_jeho_role_nejen_v_osteologii.php)
- [35] LEE, J. E., H. LI, A. T. CHAN, et al. Circulating Levels of Vitamin D and Colon and Rectal Cancer: The Physicians' Health Study and a Meta-analysis of Prospective Studies. *Cancer Prevention Research* [online]. 2011, 4(5), 735-743 [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.1158/1940-6207.CAPR-10-0289. ISSN 1940-6207. Dostupné z: <http://cancerpreventionresearch.aacrjournals.org/cgi/doi/10.1158/1940-6207.CAPR-10-0289>
- [36] WANG, T. J., M. J. PENCINA, S. L. BOOTH, et al. Vitamin D Deficiency and Risk of Cardiovascular Disease. *Circulation* [online]. 2008, 117(4), 503-51. [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.706127. ISSN 0009-7322. Dostupné z: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.706127>
- [37] MULLIE, P. a P. AUTIER. Relation of Vitamin D Deficiency to Cardiovascular Disease. *The American Journal of Cardiology* [online]. 2011, 107(6) [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.10.079. ISSN 00029149. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000291491002607X>
- [38] TÁBORSKÝ, Petr. Deficit vitamínu D – hlavní viník renální kostní choroby? [online]. 2012. In: Medicína pro praxi, 9(8-9). [cit. 10.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/med-201209-0003\\_Deficit\\_vitamínu\\_D-hlavni\\_vinik\\_renalni\\_kostni\\_choroby.php](https://www.solen.cz/artkey/med-201209-0003_Deficit_vitamínu_D-hlavni_vinik_renalni_kostni_choroby.php)
- [39] DONATTI, T. L., V. H. K. KOCH, L. TAKAYAMA a R. M. Rodrigues PEREIRA. Effects of glucocorticoids on growth and bone mineralization. *Jornal de Pediatria* [online]. 2011. [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.2223/JPED.2052. ISSN 0021-7557. Dostupné z: [http://jped.com.br/conteudo/Ing\\_resumo.asp?varArtigo=2158&cod=&idSecao=1](http://jped.com.br/conteudo/Ing_resumo.asp?varArtigo=2158&cod=&idSecao=1)
- [40] ZHOU, H., M. S. COOPER a M. J. SEIBEL. Endogenous Glucocorticoids and Bone. *Bone Research* [online]. 2013, 1(2), 107-119. [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.4248/BR201302001. ISSN 2095-4700. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/boneres20138>
- [41] TUCHENDLER, D. a M. BOLANOWSKI. The influence of thyroid dysfunction on bone metabolism. *Thyroid Research* [online]. 2014, 7(1) [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.1186/s13044-014-0012-0. ISSN 1756-6614. Dostupné z: <http://thyroidresearchjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13044-014-0012-0>
- [42] WANG, H. a X. ZHONG. Insulin effect on RANKL and OPG expression in human osteoblast-like MG63 cells. *TURKISH JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES* [online]. 2013, 43, 631-636 [cit. 10.10.2019]. DOI: 10.3906/sag-1203-108. ISSN 13000144. Dostupné z: <http://journals.tubitak.gov.tr/medical/issues/sag-13-43-4/sag-43-4-24-1203-108.pdf>

- [43] LOCATELLI, V. a V. E. BIANCHI. Effect of GH/IGF-1 on Bone Metabolism and Osteoporosis. *International Journal of Endocrinology* [online]. 2014, 2014, 1-25 [cit. 12.10.2019]. DOI: 10.1155/2014/235060. ISSN 1687-8337. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ije/2014/235060/>
- [44] MINISOLA, S., J. PEPE, S. PIEMONTE a C. CIPRIANI. The diagnosis and management of hypercalcaemia. *BMJ* [online]. 2015, 350(jun02 15), h2723-h2723. [cit. 15.10.2019]. DOI: 10.1136/bmj.h2723. ISSN 1756-1833. Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.h2723>
- [45] SADIQ, N. M., S. NAGANATHAN, M. BADIREDDY. Hypercalcaemia [online]. 2019. In: National Institute of Health © 2019. [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430714/>
- [46] MEDAROV, B. Milk-alkali syndrome [online]. 2009. In: Mayo Clinic proc., 84(3). [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19252114>
- [47] TURNER, J. J. O. Hypercalcaemia – presentation and management. *Clinical Medicine* [online]. 2017, 17(3), 270-273. [cit. 15.10.2019]. DOI: 10.7861/clinmedicine.17-3-270. ISSN 1470-2118. Dostupné z: <https://www.rcpjournals.org/lookup/doi/10.7861/clinmedicine.17-3-270>
- [48] BROULÍK, P., S. ADÁMEK, P. LIBÁNSKÝ, J. TVRDOŇ. Diagnostika a léčba primární hyperparatyreózy [online]. 2007. In: Interní medicína pro praxi, 9(3). [cit. 18.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-200703-0006\\_Diagnostika\\_a\\_lecba\\_primarni\\_hyperparatyreozy.php](https://www.solen.cz/artkey/int-200703-0006_Diagnostika_a_lecba_primarni_hyperparatyreozy.php)
- [49] ŠIPROVÁ, H., M. SOUČEK, K. ŠIPR. Nové pohledy na primární hyperparatyreózu v internistické praxi [online]. 2016. In: Interní medicína pro praxi, 18(3). [cit. 15.10.2019]. Dostupné z: [https://www.internimedicina.cz/artkey/int-201603-0005\\_Nove\\_pohledy\\_na\\_primarni\\_hyperparatyreozu\\_v\\_internisticke\\_praxi.php](https://www.internimedicina.cz/artkey/int-201603-0005_Nove_pohledy_na_primarni_hyperparatyreozu_v_internisticke_praxi.php)
- [50] BROULÍK, P. Diferenciální diagnóza hypokalcemie [online], 2009, In: Interní medicína pro praxi, 11(11), s. 507-510. [cit. 10.10.2019] Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-200911-0008\\_Diferencialni\\_diagnoza\\_hypokalcemie.php](https://www.solen.cz/artkey/int-200911-0008_Diferencialni_diagnoza_hypokalcemie.php)
- [51] COOPER, M.S a N. J. L GITTOES. Diagnosis and management of hypocalcaemia. *BMJ* [online]. 2008, 336(7656), 1298-1302. [cit. 12.10.2019]. DOI: 10.1136/bmj.39582.589433.BE. ISSN 0959-8138. Dostupné z: <http://www.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmj.39582.589433.BE>
- [52] FONG, J., A. KHAN. Hypocalcemia: updates in diagnosis and management for primary care [online]. 2012. In: National Institute of Health © 2019. [cit. 10.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22439169>
- [53] KEEFE, P., S. RIZWAN, A. BOKHARI. Fanconi Syndrome [online]. 2018. In: Stat Pearls ©2018. [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534872/>



- [54] HRČKOVÁ, Yvona, Hana ŠARAPATKOVÁ. Osteoporóza [online]. 2004. In: Interní medicína pro praxi, 6(1). [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: [https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200401-0009\\_Osteoporozaz.php](https://www.internimedicina.cz/artkey/int-200401-0009_Osteoporozaz.php)
- [55] LUCHAVOVÁ, Mária, Ivan RAŠKA. Novinky a možnosti prevence a léčby osteoporózy [online]. 2011. In: Interní medicína pro praxi, 13(2). [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201102-0003\\_Novinky\\_a\\_moznosti\\_prevence\\_a\\_lecby\\_osteoporozaz.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201102-0003_Novinky_a_moznosti_prevence_a_lecby_osteoporozaz.php)
- [56] COOKE, P.S., M. K. NANJAPPA, CH. KO, G. S. PRINS a R.A. HESS. Estrogens in Male Physiology. *Physiological Reviews* [online]. 2017, 97(3), 995-1043. [cit. 9.10.2019]. DOI: 10.1152/physrev.00018.2016. ISSN 0031-9333. Dostupné z: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/physrev.00018.2016>
- [57] JENŠOVSKÝ, Jiří. Osteoporóza u mužů [online]. 2013. In: Interní medicína pro praxi, 15(1). [cit. 9.10.2019]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2013/01/04.pdf>
- [58] MELLSTRÖM, D., L. VANDENPUT, H. MALLMIN, et al. Older Men With Low Serum Estradiol and High Serum SHBG Have an Increased Risk of Fractures. *Journal of Bone and Mineral Research* [online]. 2008, 23(10), 1552-1560 [cit. 9.10.2019]. DOI: 10.1359/jbmr.080518. ISSN 08840431. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1359/jbmr.080518>
- [59] HRSTKOVÁ, Hana. Rizika a prevence osteoporózy u dětí [online]. 2009. In: Pediatrie pro praxi, 9(3). [cit. 9.10.2019]. Dostupné z: <https://www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2009/03/05.pdf>
- [60] HÁLA, Tomáš. Rizikové faktory osteoporózy [online]. 2005. In: Interní medicína pro praxi, 4. [cit. 9.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/med-200504-0004\\_Rizikove\\_faktory\\_osteoporozaz.php](https://www.solen.cz/artkey/med-200504-0004_Rizikove_faktory_osteoporozaz.php)
- [61] VYTRŘÍSALOVÁ, Magda. Kuřáctví a kostní zdraví [online]. 2011. In: Remedia. [cit. 9.10.2019]. Dostupné z: <http://www.remédia.cz/Clanky/Prehledy-nazory-diskuse/Kuractvi-a-kostni-zdravi/6-F-1dm.magarticle.aspx>
- [62] KIM, Beom-Su, Su-Jin KIM, Hyung-Jin KIM, Seung-Jin LEE, Yoon-Jeong PARK, Jun LEE a Hyung-Keun YOU. Effects of nicotine on proliferation and osteoblast differentiation in human alveolar bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *Life Sciences* [online]. 2012, 90(3-4), 109-115. [cit. 9.10.2019]. DOI: 10.1016/j.lfs.2011.10.019. ISSN 00243205. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024320511005248>
- [63] ZIMA, Tomáš. Laboratorní diagnostika. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2007. ISBN 978-80-246-1423-6, s. 229-242.
- [64] HRDÝ, Petr a Pavel NOVOSAD. Léčba osteoporózy – současné možnosti [online]. 2011. In: Interní medicína pro praxi, 12(12). [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201012-0002\\_Lecba\\_osteoporozaz-soucasne\\_moznosti.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201012-0002_Lecba_osteoporozaz-soucasne_moznosti.php)

- [65] ŠTĚPÁN, Jan. Osteoporóza a cíle její léčby [online]. 2005. In: Klinická farmakologie, 19. [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/far/2005/04/08.pdf>
- [66] ZIKÁN, Vít. Farmakologická léčba postmenopauzální a involuční osteoporózy [online]. 2015. In: Interní medicína pro praxi, 17(4). [cit. 10.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/int-201504-0004\\_Farmakologicka\\_lecba\\_postmenopauzalni\\_a\\_involucni\\_osteoporozy.php](https://www.solen.cz/artkey/int-201504-0004_Farmakologicka_lecba_postmenopauzalni_a_involucni_osteoporozy.php)
- [67] ROSA, Jan, Vladimír PALIČKA a Svatopluk BÝMA. Osteoporóza: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře 2018. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2018. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-98-5.
- [68] LÜLLMANN, Heinz, Klaus MOHR a Lutz HEIN. Barevný atlas farmakologie. Vyd. 4., české. Ilustroval Jürgen WIRTH, přeložil Maxmilián WENKE. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3908-3
- [69] MASARYK, Pavol. Osteomalácia a rachitida [online]. 2009. In: Via practica, 6(1). [cit. 12.10.2019]. Dostupné z: [http://www.viapractica.sk/index.php?page=pdf\\_view&pdf\\_id=3601&magazine\\_id=1](http://www.viapractica.sk/index.php?page=pdf_view&pdf_id=3601&magazine_id=1)
- [70] CIMRMANOVÁ, Veronika. Možnosti pozitivního ovlivnění kostní hmoty u dětí, současný pohled na křivice [online]. 2014. In: Pediatrie pro praxi, 15(5). [cit. 14.10.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/ped-201405-0008\\_Moznosti\\_pozitivniho\\_ovlivneni\\_kostni\\_hmoty\\_u\\_deti\\_soucasny\\_pohled\\_na\\_krivice.php](https://www.solen.cz/artkey/ped-201405-0008_Moznosti_pozitivniho_ovlivneni_kostni_hmoty_u_deti_soucasny_pohled_na_krivice.php)
- [71] VESELÝ, Ondřej. Vitamin D, křivice, osteomalacie [online]. 2012. In: E-learningová podpora mezioborové integrace výuky na UP Olomouc, ©2010. [cit. 14.10.2019]. Dostupné z: <http://pfyziolklin.upol.cz/?p=8255>
- [72] Office of the Surgeon General (US). Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General. Rockville (MD): Office of the Surgeon General (US); 2004. 3, Diseases of Bone. [cit. 14.10.2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45506/>
- [73] CRAVIARI, T., T. PETTIFOR, J. M. THACHER et al., & Rickets Convergence Group (2008). Rickets: an overview and future directions, with special reference to Bangladesh. A summary of the Rickets Convergence Group meeting [online]. 2006. In: *Journal of health, population, and nutrition*, 26(1), 112–121. [cit. 14.10.2019]. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,shib&db=edsjsr&AN=edsjsr.23499512&lang=cs&site=eds-live&scope=site>
- [74] CASE-LO, CH. Osteomalacia [online]. 2018. In: Healthline © 2005-2019. [cit. 15.10.2019] Dostupné z: <https://www.healthline.com/health/osteomalacia>

- [75] FONTANA, J. a P. LAVRÍKOVÁ. Metabolismus a remodelace kostní tkáně [online]. 2016. In: Funkce buněk a lidského těla, multimediální skripta. [cit. 25.10.2019]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/iv-pohybova-soustava/3-metabolismus-a-remodelace-kostni-tkane/>
- [76] DENG, Y., B. MISSELWITZ, N. DAI et M. FOX. Lactose Intolerance in Adults: Biological Mechanism and Dietary Management. *Nutrients* [online]. 2015, 7(9), 8020-8035 [cit. 26.10.2019]. DOI: 10.3390/nu7095380. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/9/5380>
- [77] BAJEROVÁ, K. Laktózová intolerance – praktický přístup [online]. 2018. In: *Pediatric pro praxi*, 19(3). [cit. 26.10.2019]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/ped/2018/03/03.pdf>
- [78] MINÁRIK, P., J. GOLIAN a P. CHLEBO. Laktózová intolerancia a jej diétne riešenia [online]. 2018. In: *Via practica*, 15(4). [cit. 26.10.2019]. Dostupné z: [http://www.solen.sk/index.php?page=magazine\\_detail&issue\\_id=831&article\\_id=12049](http://www.solen.sk/index.php?page=magazine_detail&issue_id=831&article_id=12049)
- [79] LOMER, M. C. E., G. C. PARKES a J. D. SANDERSON. Review article: lactose intolerance in clinical practice - myths and realities. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* [online]. 2008, 27(2), 93-103 [cit. 2019-10-26]. DOI: 10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x. ISSN 02692813. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x>
- [80] PRIEHODOVÁ, Edita. Laktózová perzistence a pití mléka [online]. 2016. In: *Živa*, 64(5), 238-240. ISSN 0044-4812. Dostupné z: <http://ziva.avcr.cz/>
- [81] FASSIO, F., M. FACIONI a F. GUAGNINI. Lactose Maldigestion, Malabsorption, and Intolerance: A Comprehensive Review with a Focus on Current Management and Future Perspectives. *Nutrients* [online]. 2018, 10(11) [cit. 27.10.2019]. DOI: 10.3390/nu10111599. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/10/11/1599>
- [82] FRÜHAUF, P. Prevence, diagnostika a terapie alergie na bílkovinu kravského mléka [online]. 2003. In: *Pediatric pro praxi*, 4(4). [cit. 27.10.2019]. Dostupné z: [https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-200304-0007\\_Prevence\\_diagnostika\\_a\\_terapie\\_alergie\\_na\\_bilkovinu\\_kravskeho\\_mleka.php](https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-200304-0007_Prevence_diagnostika_a_terapie_alergie_na_bilkovinu_kravskeho_mleka.php)
- [83] BRONSKÝ, J. New trends in diagnostic and cure of allergy to protein of cow milk [online]. 2019. In: *Pediatric pro praxi*, 20(1). [cit. 27.10.2019]. Dostupné z: [https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201901-0015\\_nove\\_trendy\\_v\\_diagnostice\\_a\\_lecbe\\_alergie\\_na\\_bilkovinu\\_kravskeho\\_mleka.php](https://www.pediatricpropraxi.cz/artkey/ped-201901-0015_nove_trendy_v_diagnostice_a_lecbe_alergie_na_bilkovinu_kravskeho_mleka.php)
- [84] LIFSCHITZ, C. a H. SZAJEWSKA. Cow's milk allergy: evidence-based diagnosis and management for the practitioner. *European Journal of Pediatrics* [online]. 2015, 174(2), 141-150 [cit. 29.10.2019]. DOI: 10.1007/s00431-014-2422-3. ISSN 0340-6199. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00431-014-2422-3>

- [85] HRSTKOVÁ, Hana et al. Doporučení pracovní skupiny dětské gastroenterologie a výživy ČPS pro výživu kojenců a batolat [online]. *Česko-slovenská pediatrie*, 2014, roč. 69, č. 4, supplement 1. ISSN 0069-2328. ISSN 1805-4501. Dostupné z: [http://www.neonatology.cz/upload/www.neonatology.cz/soubory/csped\\_suppl\\_2014\\_ii.pdf](http://www.neonatology.cz/upload/www.neonatology.cz/soubory/csped_suppl_2014_ii.pdf)
- [86] KOPELTOVÁ, E. a E. VERNEROVÁ. Potravinové alergie z pohledu alergologa [online]. 2016. In: *Medicína pro praxi*, 13(5). [cit. 1.11.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/med-201605-0007\\_Potravinove\\_alergie\\_z\\_pohledu\\_alergologa.php](https://www.solen.cz/artkey/med-201605-0007_Potravinove_alergie_z_pohledu_alergologa.php)
- [87] NOVÁK, J. Infant nutrition and prevention of allergic disease [online]. 2011. In: *Pediatrie pro praxi*, 12(6). [cit. 1.11.2019]. Dostupné z: [https://www.pediatriepropraxi.cz/artkey/ped-201106-0007\\_Vyziva\\_kojence\\_a\\_prevence\\_alergickych\\_onemocneni.php](https://www.pediatriepropraxi.cz/artkey/ped-201106-0007_Vyziva_kojence_a_prevence_alergickych_onemocneni.php)
- [88] SUDHOF, T. C. Calcium Control of Neurotransmitter Release. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology* [online]. 2012, 4(1) [cit. 1.11.2019]. DOI: 10.1101/cshperspect.a011353. ISSN 1943-0264. Dostupné z: <http://cshperspectives.cshlp.org/lookup/doi/10.1101/cshperspect.a011353>
- [89] FONTANA, J. a P. MAĎA. Svalová kontrakce [online]. 2016. In: *Funkce buněk a lidského těla*, multimediální skripta. [cit. 1.11.2019]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/iv-pohybova-soustava/6-svalova-kontrakce/>
- [90] GASH, M.C. a M. VARACALLO. Physiology, Muscle Contraction. [online]. 2018. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [cit. 2.11.2019] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537140/>
- [91] FONTANA, J. a P. LAVŘÍKOVÁ. Hemostáza [online]. 2016. In: *Funkce buněk a lidského těla*, multimediální skripta. [cit. 3.11.2019]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/v-krev-a-organy-imunitniho-systemu/4-hemostaza/>
- [92] CAROLI, A., A. POLI, D. RICOTTA, G. BANFI a D. COCCHI. Invited review: Dairy intake and bone health. *Journal of Dairy Science* [online]. 2011, 94(11), 5249-5262 [cit. 4.11.2019]. DOI: 10.3168/jds.2011-4578. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030211005522>
- [93] Mléko a mléčné výrobky ve výživě [online]. 2015. In *Fórum zdravé výživy*. [cit. 2019-11-04]. Dostupné z: <http://www.fzv.cz/mleko-a-mlecne-vyrobkyy-ve-vyzive/>
- [94] KARP, H. J., V. E. KEMI, Ch. J. E. LAMBERG-ALLARDT a M. U. M. KÄRKKÄINEN. Mono- and polyphosphates have similar effects on calcium and phosphorus metabolism in healthy young women. *European Journal of Nutrition* [online]. 2013, 52(3), 991-996 [cit. 4.11.2019]. DOI: 10.1007/s00394-012-0406-5. ISSN 1436-6207. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00394-012-0406-5>
- [95] JENNINGS, K. A. Top 15 Calcium-Rich Foods [online]. 2018. In: Healthline © 2005-2019. [cit. 5.11.2019] Dostupné z: <https://www.healthline.com/nutrition/15-calcium-rich-foods#section13>
- [96] Databáze složení potravin ČR, verze 7.16. [online] In: *nutridatabase.cz* [cit. 5.11.2019]. Dostupné z: <https://www.nutridatabase.cz/vyhledavani-potravin/podle-nutrientu/?id=34>

- [97] PETROVÁ, J. a J. STÁVKOVÁ. Balené přírodní minerální vody [online]. 2015. In: Výživa a potraviny. [cit. 6.11.2019] Dostupné z: [http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2015/10/Balene\\_vody.pdf](http://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2015/10/Balene_vody.pdf)
- [98] ŠTĚPÁN, J. Farmakoterapie osteoporózy I.: vápník, vitamin D, hormonální léčba, selektivní modulátory receptorů pro estrogeny a stroncium ranelát [online]. 2009. In: Praktické lékařství, 5(4). [cit. 7.11.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/lek-200904-0004\\_Farmakoterapie\\_osteoporozy\\_I\\_vapnik\\_vitamin\\_D\\_hormonalni\\_lecba\\_selektivni\\_modulatory\\_receptoru.php](https://www.solen.cz/artkey/lek-200904-0004_Farmakoterapie_osteoporozy_I_vapnik_vitamin_D_hormonalni_lecba_selektivni_modulatory_receptoru.php)
- [99] NIL. New Reference Values for Calcium. *Annals of Nutrition and Metabolism* [online]. 2013, 63(3), 186-192 [cit. 7.11.2019]. DOI: 10.1159/000354482. ISSN 0250-6807. Dostupné z: <https://www.karger.com/Article/FullText/354482>
- [100] KOO, W. Maternal calcium supplementation and fetal bone mineralization. *Obstetrics & Gynecology* [online]. 1999, 94(4), 577-582 [cit. 7.11.2019]. DOI: 10.1016/S0029-7844(99)00371-3. ISSN 00297844. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0029784499003713>
- [101] Dairy nutrition dedicated to health professionals. Calcium and bioavailability [online]. In: dairynutrition.ca. [cit. 7.11.2019]. Dostupné z: <https://www.dairynutrition.ca/nutrients-in-milk-products/calcium/calcium-and-bioavailability#utilities-print>
- [102] BRAUNEROVÁ, R. a D. a V. HAINER. Obezita-diagnostika a léčba v praxi [online]. 2010. In: Medicína pro praxi, 7(1). [cit. 7.11.2019]. Dostupné z: [https://www.solen.cz/artkey/med-201001-0005\\_Obezita-diagnostika\\_a\\_lecba\\_v\\_praxi.php](https://www.solen.cz/artkey/med-201001-0005_Obezita-diagnostika_a_lecba_v_praxi.php)

# Přílohy

## Příloha 1: Dotazník

### Příjem vápníku u jedinců s dietním omezením mléka a mléčných výrobků

Dobrý den,

chtěl bych Vás poprosit o několik minut Vašeho času pro vyplnění následujícího dotazníku, který je součástí mé diplomové práce "Příjem vápníku u jedinců s dietním omezením mléka a mléčných výrobků". Data z něj budou využita pro praktickou část diplomové práce. Dotazník je rozdělen na dvě části. První část je zaměřena především na obecné informace o účastníkovi výzkumu, druhá část zkoumá stravovací návyky a frekvenci konzumace vybraných potravin. Dotazník je anonymní a kdykoliv můžete od jeho vyplňování odstoupit.

Cílem práce je zmapování příjmu vápníku u jedinců s omezeným příjmem mléka a mléčných výrobků.

Předpokladem pro vyplnění dotazníku je to, že jedinec je starší 18 let a dlouhodobě nepobývá v uzavřených prostorech a tím pádem je pravidelně vystavován slunečnímu záření.

Děkuji za Váš čas

Bc. Ondřej Novák

Věk

Váha (kg)

Výška (cm)

Pohlaví

- Muž
- Žena

Z jakého důvodu máte omezený příjem mléka a mléčných výrobků?

- Laktózová intolerance
- Alergie na bílkovinu kravského mléka
- Jiné (doplňte)

Kouříte?

- Ano
- Ne

Kolik cigaret denně vykouříte?

Kolik let přibližně kouříte?

Kolikrát týdně provozujete nějakou pohybovou aktivitu?

Jak dlouho přibližně Vaše pohybová aktivita trvá? (30 minut, 1 hodina, ...)  
Pokud neděláte žádnou pohybovou aktivitu, vyplňte jen nulu.

Jaké pohybové aktivity provozujete?

- Intenzivní chůze
- Plavání
- Běhání
- Cyklistika
- Kolektivní sporty
- Fitness
- Nedělám žádnou pohybovou aktivitu
- Jiné (uveďte)

Jaké máte zaměstnání?

- Sedavé
- Středně fyzicky náročné
- Vysoce fyzicky náročné
- Nepracuji

Kolik hodin průměrně denně spíte?



Berete nějaký z následujících doplňků? (pokud odpovíte "NE" zbylá místa vyplňte pomlčkou)

	ANO/NE	Uveďte název doplňku:	Kolikrát týdně berete jednu dávku?	Jak dlouho doplňek berete?
Vitamin D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vápník	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Jiné (pokud je jich více, uveďte všechny)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Neberu žádný Doplňek (v tomto případě odpovězte jen ANO a zbytek polí vyplňte pomlčkou)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Berete nějaký z následujících léků?

- Inhibitory protonové pumpy (léky proti překyselení žaludku, např. Omeprazol)
- Kortikoidy (Medrol, Prednison, Hydrocortison)
- Antiepileptika (léky na epilepsii)
- Heparin (lék působící proti srážlivosti krve)
- Diuretika (léky působící na ledviny, v tomto případě uveďte název léku)
- Žádný z uvedených

Trpíte nějakým z následujících onemocnění?

- Diabetes (cukrovka)
- Onemocnění ledvin
- Onemocnění štítné žlázy
- Onemocnění příštítných tělísek
- Dlouhodobé onemocnění jater
- Dlouhodobé onemocnění střev kromě laktózové intolerance (Crohnova choroba, ulcerosní kolitida, zkrácené střevo, celiakie, apod.)
- Dlouhodobé onemocnění žaludku
- Dědičná porucha související s příjmem vápníku
- Onemocnění nadledvin (hyperkortikalismus-nadměrná produkce kůry nadledvin)
- Osteoporóza
- Gynekologické problémy
- Žádné z uvedených

Prodělal/a jste během svého života nízkozátěžovou zlomeninu? Tzn. zlomeninu, která vznikla bez toho, aniž by kost byla vystavena velké zátěži?

- Ano
- Ne

Víte, jaké zásady platí ohledně příjmu vápníku a jaké jsou jeho zdroje?

- Ano
- Ne

Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a kladně, odkud jste informace získal/a?

- Lékař
- Nutriční terapeut/Nutriční specialista
- Internet
- Výživový poradce mimo zdravotnické zařízení
- Jiné (uveďte)

Sledujete obsah vápníku v potravinách?

- Ano
- Ne

Jak moc máte omezený příjem mléka a mléčných výrobků?

- Netoleruji ani mléko ani mléčné výrobky
- Toleruji mléko a mléčné výrobky v omezeném množství

V následující tabulce se nachází zástupci potravin mléka a mléčných výrobků, které jsou nejlepšími zdroji vápníku. Vyplňte, prosím, jak často vybrané zástupce konzumujete. Případně doplňte, zda konzumujete bezlaktózové varianty uvedených potravin. Pokud nějakou potravinu nekonzumujete, vyplňte prázdná pole pomlčkou.

Kolik porcí za týden/měsíc sníte? (vždy, prosím, uveďte, zda je to za měsíc nebo za týden)

MLÉKO  
(1 porce = 1 sklenice = 250 ml)

KEFÍROVÉ NEBO ACIDOFILNÍ MLÉKO  
(1 porce = 1 sklenice = 250 ml)

BÍLÝ JOGURT  
(1 porce = 1 menší kelímek = 150 g)

OCHUCENÝ JOGURT  
(1 porce = 1 menší kelímek = 150 g)

EIDAM (1 porce = 1 plátek)	<input type="text"/>
EMENTÁL (1 porce = 1 plátek)	<input type="text"/>
HERMELÍN (1 porce = 1 menší kus = 100 g)	<input type="text"/>
MOZZARELLA (1 porce = 1 menší balení = 125 g)	<input type="text"/>
ŽERVÉ, LUČINA (1 porce = porce na namazání chleba nebo rohlíku = cca 10 g)	<input type="text"/>
TAVENÝ SÝR (1 porce = 1 trojúhelník nebo porce na pečivo = 15 g)	<input type="text"/>
TVAROH (1 porce = 1 vanička = 250 g)	<input type="text"/>

V následující tabulce se nachází zástupci potravin živočišného původu, kteří mohou být dobrými zdroji vápníku. Vyplňte, prosím, jak často vybrané zástupce konzumujete. Pokud nějakou potravinu nekonzumujete, vyplňte prázdná pole pomlčkou.

Kolik porcí za týden/měsíc sníte? (vždy, prosím, uveďte, zda je to za měsíc nebo za týden)

VEJCE (1 porce = 1 kus)	<input type="text"/>
SARDINKY V OLEJI (1 porce = 1 konzerva = 125 g)	<input type="text"/>
LOSOS (1 porce = 1 konzerva = 150 g)	<input type="text"/>

V následující tabulce se nachází zástupci potravin rostlinného původu, kteří mohou být dobrými zdroji vápníku. Vyplňte, prosím, jak často vybrané zástupce konzumujete. Pokud nějakou potravinu nekonzumujete, vyplňte prázdná pole pomlčkou.

Kolik porcí za týden/měsíc sníte? (vždy, prosím, uveďte, zda je to za měsíc nebo za týden)

ČOČKA  
(1 porce = 1 hrnek)

FAZOLE  
(1 porce = 1 hrnek)

MANDLE  
(1 porce = 1 hrst)

LÍSKOVÉ OŘECHY  
(1 porce = 1 hrst)

FÍKY SUŠENÉ  
(1 porce = 1 hrst)

CHIA SEMÍNKY  
(1 porce = 1 lžíce)

SEZAMOVÁ SEMÍNKY  
(1 porce = 1 lžíce)

MÁK  
(1 porce = 1 lžíce)

V následující tabulce se nachází další zástupci potravin rostlinného původu, kteří mohou být dobrými zdroji vápníku. Vyplňte, prosím, jak často vybrané zástupce konzumujete. Pokud nějakou potravinu nekonzumujete, vyplňte prázdná pole pomlčkou.

Kolik porcí za týden/měsíc sníte? (vždy, prosím, uveďte, zda je to za měsíc nebo za týden)

POMERANČE (1 porce = 1 kus)	<input type="text"/>
LISTOVÝ ŠPENÁT (1 porce = půlka klasického 400 g balení = 200 g)	<input type="text"/>
BROKOLICE (1 porce = polovina růžice = cca 200 g)	<input type="text"/>
ZELÍ HLÁVKOVÉ NEBO ČÍNSKÉ (1 porce = polovina hlávky)	<input type="text"/>
HLÁVKOVÁ KAPUSTA (1 porce = polovina hlávky)	<input type="text"/>
TOFU (1 porce = klasické balení = 180-200 g)	<input type="text"/>
VYSOKOPROCENTNÍ HOŘKÁ ČOKOLÁDA (1 porce = 1 řádek)	<input type="text"/>

V následující tabulce se nachází nápoje, které mohou snížit množství vstřebaného vápníku. Odpovězte, prosím, jak často vybrané nápoje pijete. Pokud nějakého ze zástupců nekonzumujete, vyplňte prázdná pole pomlčkou.

Kolik porcí za týden/měsíc vypijete? (vždy, prosím, uveďte, zda je to za měsíc nebo za týden)

KOLOVÉ NÁPOJE  
(1 porce = 1 sklenička = 250 ml)

KÁVA S KOFEINEM  
(1 porce = 1 hrnek = 250 ml)

PIVO  
(1 porce = 1 půllitr)

VÍNO  
(1 porce = 1 sklenka = 200 ml)

OSTATNÍ ALKOHOL  
(1 porce = 1 dcl)

Konzumujete rostlinná mléka obohacená vápníkem?

- Ano  
 Ne

Jaká rostlinná mléka konzumujete? (kokosové, sojové, ...)

Kolikrát za týden/měsíc si dáte 1 porci (1 sklenici) rostlinného mléka?

Jaké množství tekutin za den průměrně vypijete? (v litrech)

## Příloha 2: Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Ostatní hormony podílející se na homeostáze vápníku</i> <sup>[1, 2, 15, 39, 40, 41, 43]</sup> .....	25
<i>Tabulka 2 Příčiny sekundární osteoporózy s vybranými příklady</i> <sup>[15, 54]</sup> .....	33
<i>Tabulka 3 Příklady laboratorních markerů, které mohou hrát roli v diagnostice osteoporózy</i> <sup>[54, 63]</sup> .....	36
<i>Tabulka 4 Kritéria densitometrického nálezu u postmenopausální osteoporózy</i> <sup>[54, 60]</sup> .....	37
<i>Tabulka 5 Doporučené denní dávky vápníku a vitamínu D</i> <sup>[18]</sup> .....	39
<i>Tabulka 6 Rozdělení léků používaných při léčbě osteoporózy a stručný popis mechanismů účinku</i> <sup>[15, 55, 66, 67, 68]</sup> .....	41
<i>Tabulka 7 Obsah laktózy ve vybraných druzích mléka</i> <sup>[79]</sup> .....	47
<i>Tabulka 8 Klinické příznaky alergie na bílkovinu kravského mléka s procentuálním zastoupením pacientů</i> <sup>[82]</sup> .....	53
<i>Tabulka 9 Obsah a využitelnost vápníku v jedné běžné porci vybraných potravin</i> <sup>[101]</sup> .....	59
<i>Tabulka 10 Vybrané přírodní minerální vody dostupné v ČR a obsah vápníku</i> <sup>[97]</sup> .....	60
<i>Tabulka 11 Doporučené denní dávky vápníku podle WHO a FAO - rozdělení podle pohlaví a věku</i> <sup>[4]</sup> .....	62
<i>Tabulka 12 Doporučené denní dávky vápníku pro německy mluvící země (DACH) - rozdělení podle pohlaví a věku</i> <sup>[99]</sup> .....	63
<i>Tabulka 13 Věk respondentů</i> .....	69
<i>Tabulka 14 Věková rozmezí respondentů</i> .....	70
<i>Tabulka 15 Zastoupení respondentů dle pohlaví</i> .....	71
<i>Tabulka 16 Charakteristika výzkumného souboru z hlediska výšky, váhy a BMI</i> .....	72
<i>Tabulka 17 Klasifikace stavu výživy podle BMI</i> <sup>[102]</sup> <i>a podíl respondentů ženského pohlaví v jednotlivých skupinách</i> .....	73
<i>Tabulka 18 Klasifikace stavu výživy podle BMI</i> <sup>[102]</sup> <i>a podíl respondentů mužského pohlaví v jednotlivých skupinách</i> .....	74
<i>Tabulka 19 Nejčastější důvody omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů</i> .	75
<i>Tabulka 20 Jiné důvody omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů</i> .....	76
<i>Tabulka 21 Zastoupení kuřáků a nekuřáků ve výzkumném souboru</i> .....	77
<i>Tabulka 22 Denní frekvence kouření u kuřáků ve výzkumném souboru</i> .....	78
<i>Tabulka 23 doba trvání kuřáckého návyku</i> .....	78
<i>Tabulka 24 Týdenní frekvence pohybové aktivity u respondentů ve výzkumném souboru</i> .....	79
<i>Tabulka 25 Rozdělení respondentů do skupin podle týdenní frekvence pohybové aktivity</i> .....	80
<i>Tabulka 26 Doba trvání jedné pohybové aktivity ve výzkumném souboru</i> .....	81
<i>Tabulka 27 Rozdělení respondentů do skupin podle průměrné doby trvání jedné pohybové aktivity</i> .....	82
<i>Tabulka 28 Pohybové aktivity provozované respondenty ve výzkumném souboru</i> .....	83
<i>Tabulka 29 Příklady dalších pohybových aktivit, které účastníci výzkumu uvedli v otevřené odpovědi</i> .....	84
<i>Tabulka 30 Fyzická náročnost zaměstnání u respondentů ve výzkumném souboru</i> .....	85
<i>Tabulka 31 Doba spánku u respondentů ve výzkumném souboru</i> .....	86
<i>Tabulka 32 Rozdělení respondentů do skupin podle délky spánku</i> .....	86
<i>Tabulka 33 Užívání suplementů obsahujících vitamin D ve výzkumném souboru</i> .....	88
<i>Tabulka 34 Příklady užívaných doplňků obsahujících vitamin D</i> .....	89



<i>Tabulka 35 Frekvence užívání suplementů obsahujících vitamin D-procentuální zastoupení ....</i>	90
<i>Tabulka 36 Doba pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamin D .....</i>	91
<i>Tabulka 37 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamin D a procentuální zastoupení v souboru.....</i>	92
<i>Tabulka 38 Užívání suplementů obsahujících vápník ve výzkumném souboru .....</i>	92
<i>Tabulka 39 Příklady užívaných doplňků obsahujících vápník .....</i>	94
<i>Tabulka 40 Frekvence užívání suplementů obsahujících vápník .....</i>	94
<i>Tabulka 41 Doba pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník .....</i>	96
<i>Tabulka 42 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník a procentuální zastoupení v souboru.....</i>	96
<i>Tabulka 43 Další suplementy užívané ve výzkumném souboru .....</i>	98
<i>Tabulka 44 Užívání léků ovlivňujících metabolismus vápníku v souboru respondentů.....</i>	99
<i>Tabulka 45 Výskyt vybraných onemocnění ve výzkumném souboru .....</i>	100
<i>Tabulka 46 Výskyt nízkozátěžových zlomenin ve výzkumném souboru .....</i>	102
<i>Tabulka 47 Znalosti respondentů ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů .....</i>	103
<i>Tabulka 48 Zdroje informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů.....</i>	104
<i>Tabulka 49 Příklady jiných zdrojů informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů.....</i>	105
<i>Tabulka 50 Sledování obsahu vápníku v potravinách u respondentů ve výzkumném souboru</i>	106
<i>Tabulka 51 Omezení příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů ve výzkumném souboru .....</i>	107
<i>Tabulka 52 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic kolového nápoje za týden .....</i>	108
<i>Tabulka 53 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých hrnků kávy za týden.....</i>	109
<i>Tabulka 54 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých půllitrů piva za týden .....</i>	110
<i>Tabulka 55 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých skleniček vína za týden ...</i>	111
<i>Tabulka 56 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých porcí ostatního alkoholu za týden .....</i>	112
<i>Tabulka 57 Konzumace rostlinných mlék v souboru respondentů .....</i>	114
<i>Tabulka 58 Rostlinná mléka konzumovaná v souboru respondentů .....</i>	115
<i>Tabulka 59 Počet vypitých sklenic rostlinného mléka za týden u respondentů ve výzkumném souboru .....</i>	116
<i>Tabulka 60 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic rostlinného mléka za týden .....</i>	117
<i>Tabulka 61 Množství vypitých tekutin za den .....</i>	118
<i>Tabulka 62 Rozdělení respondentů do skupin podle množství vypitých tekutin za den a procentuální zastoupení respondentů v každé ze skupin .....</i>	119
<i>Tabulka 63 Rozdělení respondentů do skupin podle denního příjmu vápníku .....</i>	121
<i>Tabulka 64 Hodnoty potřebné pro statistické hodnocení hypotézy 1 pomocí jednovýběrového t-testu.....</i>	122
<i>Tabulka 65 Hodnoty potřebné pro statistické hodnocení hypotézy 2 pomocí dvouvýběrového t-testu .....</i>	124

## Příloha 3: Seznam grafů

<i>Graf 1 Zastoupení respondentů v jednotlivých věkových kategoriích</i> .....	70
<i>Graf 2 Zastoupení respondentů dle pohlaví</i> .....	71
<i>Graf 3 Stav výživy respondentů ženského pohlaví podle BMI</i> .....	73
<i>Graf 4 Stav výživy respondentů mužského pohlaví podle BMI</i> .....	74
<i>Graf 5 Procentuální zastoupení respondentů u jednotlivých důvodů omezeného příjmu mléka a mléčných výrobků</i> .....	76
<i>Graf 6 Zastoupení kuřáků a nekuřáků ve výzkumném souboru</i> .....	77
<i>Graf 7 Rozdělení respondentů do skupin podle týdenní frekvence pohybové aktivity a jejich procentuální zastoupení v jednotlivých skupinách</i> .....	80
<i>Graf 8 Rozdělení respondentů do skupin podle průměrné doby trvání jedné pohybové aktivity</i> .....	82
<i>Graf 9 Pohybové aktivity provozované respondenty ve výzkumném souboru</i> .....	83
<i>Graf 10 Fyzická náročnost zaměstnání u respondentů ve výzkumném souboru</i> .....	85
<i>Graf 11 Rozdělení respondentů do skupin podle délky spánku</i> .....	87
<i>Graf 12 Užívání suplementů obsahujících vitamin D ve výzkumném souboru-procentuální zastoupení</i> .....	88
<i>Graf 13 Frekvence užívání suplementů obsahujících vitamin D-procentuální zastoupení</i> .....	90
<i>Graf 14 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vitamin D a procentuální zastoupení v souboru</i> .....	92
<i>Graf 15 Užívání suplementů obsahujících vápník ve výzkumném souboru-procentuální zastoupení</i> .....	93
<i>Graf 16 Frekvence užívání suplementů obsahujících vápník-procentuální zastoupení</i> .....	95
<i>Graf 17 Rozdělení do skupin podle doby pravidelného užívání suplementů obsahujících vápník a procentuální zastoupení v souboru</i> .....	97
<i>Graf 18 Užívání léků ovlivňujících metabolismus vápníku v souboru respondentů</i> .....	99
<i>Graf 19 Výskyt vybraných onemocnění ve výzkumném souboru</i> .....	101
<i>Graf 20 Výskyt nízkozátěžových zlomenin ve výzkumném souboru</i> .....	102
<i>Graf 21 Znalosti respondentů ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů</i> .....	103
<i>Graf 22 Zdroje informací ohledně zásad příjmu vápníku a jeho zdrojů</i> .....	104
<i>Graf 23 Sledování obsahu vápníku v potravinách u respondentů ve výzkumném souboru</i> .....	106
<i>Graf 24 Omezení příjmu mléka a mléčných výrobků u respondentů ve výzkumném souboru-procentuální zastoupení</i> .....	107
<i>Graf 25 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic kolového nápoje za týden-procentuální zastoupení</i> .....	109
<i>Graf 26 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých hrnků kávy za týden-procentuální zastoupení</i> .....	110
<i>Graf 27 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých půllitrů piva za týden-procentuální zastoupení</i> .....	111
<i>Graf 28 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých skleniček vína za týden-procentuální zastoupení</i> .....	112
<i>Graf 29 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých porcí ostatního alkoholu za týden-procentuální zastoupení</i> .....	113
<i>Graf 30 Konzumace rostlinných mlék v souboru respondentů-procentuální zastoupení</i> .....	114
<i>Graf 31 Rostlinná mléka konzumovaná v souboru respondentů</i> .....	115

<i>Graf 32 Rozdělení respondentů do skupin podle počtu vypitých sklenic rostlinného mléka za týden .....</i>	<i>117</i>
<i>Graf 33 Rozdělení respondentů do skupin podle množství vypitých tekutin za den a procentuální zastoupení respondentů v každé ze skupin .....</i>	<i>119</i>
<i>Graf 34 Denní příjem vápníku ve výzkumném souboru.....</i>	<i>120</i>
<i>Graf 35 Rozdělení respondentů do skupin podle denního příjmu vápníku-procentuální zastoupení.....</i>	<i>121</i>

## **Protokol o úplnosti náležitostí magisterské práce**

**Titul, jméno, příjmení:** Bc. Ondřej Novák

**Název práce:** Příjem vápníku u jedinců s dietním omezením mléka a mléčných výrobků

**Typ práce:** Diplomová práce

**Vedoucí práce:** MUDr. Eva Meisnerová

Prohlašuji, že jsem odevzdal (a) vysokoškolskou kvalifikační práci v souladu s:

**Opatřením rektora č. 6/2010** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3470.html>)

**Opatřením rektora č. 8/2011** (dostupné z <http://www.cuni.cz/UK-3735.html>)

**Opatřením děkana č. 10/2010** (dostupné z [http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10\\_10.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21321/opad10_10.pdf))

Zároveň prohlašuji, že jsem do Studijního informačního systému vložil (a) plný **text vysokoškolské kvalifikační práce** včetně všech povinných souborů podle typu práce:

- abstrakt ČJ
- abstrakt AJ

Při vkládání textu práce a všech souborů jsem postupoval (a) podle návodu dostupného z [http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod\\_vkladani\\_prace.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/25838/navod_vkladani_prace.pdf).

Nahrané soubory jsem následně zkontroloval (a).

Odpovídám za správnost a úplnost elektronické verze práce a všech dalších vložených elektronických souborů.

1 exemplář práce svázaný v pevné plátěné vazbě obsahuje všechny povinné náležitosti:

Příloha č. 1 – Titulní strana, Prohlášení diplomanta, Identifikační záznam, abstrakt v ČJ a AJ - [http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10\\_10\\_pril1.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21323/opad10_10_pril1.pdf)

Příloha č. 6 – Prohlášení zájemce o nahlédnutí - [http://www.lf1.cuni.cz/file/21329/opad10\\_10\\_pril6.pdf](http://www.lf1.cuni.cz/file/21329/opad10_10_pril6.pdf)

Datum: 29.11.2019

Podpis studenta:

Kontrolu úplnosti náležitostí provedla osoba pověřená garantem:

