

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav porodní asistence

Anna Kovářová

Klimakterium a osteoporóza

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Janoušková

Olomouc 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 27. dubna 2023

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Kateřině Janouškové za odborné vedení bakalářské práce a poskytnutí cenných rad. Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu během studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: bakalářská

Téma práce: Klimakterium

Název práce: Klimakterium a osteoporóza

Název práce v AJ: Climacterium and osteoporosis

Datum zadání: 2022-11-30

Datum odevzdání: 2023-04-27

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav porodní asistence

Autor práce: Kovářová Anna

Vedoucí práce: Mgr. Kateřina Janoušková

Oponent práce:

Abstrakt v ČJ: Tato přehledová bakalářská práce se zaměřuje na aktuální publikované poznatky ohledně prevence osteoporózy v období klimakteria se zaměřením na nefarmakologické metody. Pracuje s publikovanými informacemi, které se zabývají prevencí osteoporózy formou výživy, bylin, potravinových doplňků a také pohybovou aktivitou. Práce využívá nejnovější recenzované přehledové články a studie. Použité poznatky byly čerpány z on-line databází EBSCO, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect a Web of Science.

Abstrakt v AJ: This review bachelor thesis focuses on the current published findings regarding the prevention of osteoporosis in the climacteric period with a focus on non-pharmacological methods. It works with published information that deals with the prevention of osteoporosis in the form of nutrition, herbs, food supplements and physical activity. The thesis uses the latest peer-reviewed review articles and studies. The knowledge used was drawn from the online databases EBSCO, Google Scholar, PubMed, ScienceDirect and Web of Science.

Klíčová slova v ČJ: klimakterium, osteoporóza, prevence, cvičení, výživa, alternativní postupy, vitamín D

Klíčová slova v AJ: climacterium, osteoporosis, prevention, exercise, nutrition, alternative procedures, vitamin D

Rozsah: 39 stran / 0 příloh

Obsah

Úvod.....	6
1 Popis rešeržní činnosti.....	8
2 Prevence osteoporózy pomocí výživy, bylin a potravinových doplňků.....	11
2.1 Prevence osteoporózy pomocí výživy.....	12
2.2 Prevence osteoporózy pomocí bylin.....	21
2.3 Prevence osteoporózy pomocí potravinových doplňků.....	23
3 Prevence osteoporózy pomocí pohybové aktivity.....	26
4 Shrnutí teoretických východisek, jejich význam a limitace dohledaných poznatků.....	30
Závěr.....	31
Referenční seznam.....	32
Seznam zkratek.....	39

Úvod

Postmenopauzální osteoporóza se týká žen po menopauze v důsledku atrofie vaječnicků, funkční degenerace a nedostatečné sekrece estrogenů, což následně vyvolává snížení kostní hmoty, změny struktury kostí, křehkost kostí a snadné zlomeniny systémového metabolického onemocnění kostí. Tradiční metoda prevence využívá především estradiol a bisfosfonáty, ale dlouhodobé užívání těchto léků může zvýšit výskyt rakoviny a riziko osteonekrózy (Zhou et al., 2021, s.1). Hormonální substituční terapie (dále jen HRT) je často používána při léčbě osteoporózy po menopauze. Ačkoli HRT může snížit riziko osteoporózy a zlomenin, rozsáhlý klinický výzkum ukázal, že HRT může naopak zvýšit riziko výskytu rakoviny vaječnicků a prsu (Liu et al., 2014, s.2087).

Farmakologická léčba se jeví jako možnost první volby pro snížení rizika zlomenin u starších osob, není ale vždy proveditelná a pragmatičtější možností může být úprava stravy (Muñoz-Garach et al., 2020, s.1). V současné době je monoterapie hlavní terapií a běžné léky na osteoporózu spadají do dvou hlavních kategorií. Léky urychlující tvorbu kostí, jako je fluorid, nízké dávky nebo přerušované podávání parathormonu (dále jen PTH), růstového hormonu a isoflavonoidů. Léky inhibující kostní resorpci, včetně kalcitoninu, bisfosfonátů a estrogeneru. (Khosla et al., 2017, s. 898). Navzdory dobrým klinickým léčebným účinkům těchto léků při zmírňování osteoporózy stále existují dlouhodobé škodlivé účinky, jako je porucha funkce ledvin, dyspepsie a nervová léze, stejně jako rezistence na léky. Proto ve srovnání s monoterapií byly kombinované a alternativní terapie identifikovány jako slibnější strategie pro zlepšení a léčbu osteoporózy (Huai et al., 2021, s.313).

V souvislosti s výše uvedenou problematikou je možno si položit otázku: Jaké jsou aktuální publikované poznatky ohledně prevence osteoporózy v období klimakteria se zaměřením na nefarmakologické metody.

Cílem bakalářské práce bylo vyhledat publikované poznatky ohledně prevence osteoporózy a prevence zlomenin v klimakteriu se zaměřením na nefarmakologické metody. Cíl práce byl dále specifikován ve dvou dílčích cílech:

1. Sumarizovat aktuální dohledané publikované poznatky v prevenci osteoporózy formou výživy, bylin a potravinových doplňků.
2. Sumarizovat aktuální dohledané publikované poznatky v prevenci osteoporózy formou pohybové aktivity.

Vstupní studijní literatura:

NOVOSAD, Pavel, 2017. Vápník a vitamin D u primární a sekundární prevence osteoporózy. *AKTUÁLNÍ FARMAKOTERAPIE*. 2017(4(5), 217–223.

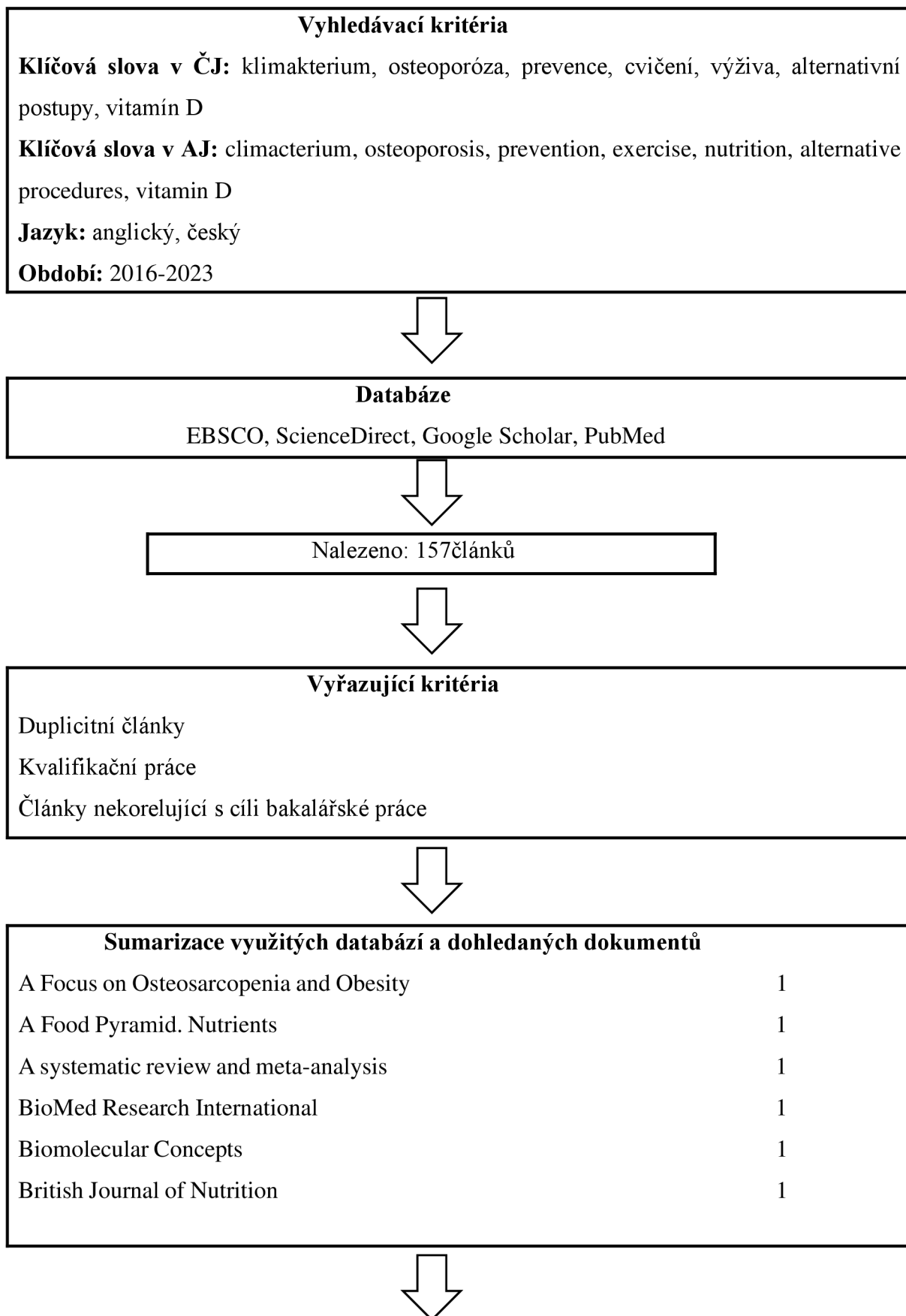
PILKA, Radovan a kol. *Gynekologie*. Praha: Maxdorf, [2017], ©2017. 332 stran. Jessenius. ISBN 978-80-7345-530-9.

MATALOVÁ, Petra, 2018. *Osteoporóza: pro studium i praxi*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-5379-8.

ROSA, Jan, Vladimír PALIČKA a Svatopluk BÝMA, [2018]. *Osteoporóza: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře 2018*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-98-5.

DŽUPA, Valér, ed. a JENŠOVSKÝ, Jiří. *Diagnostika a léčba osteoporózy a dalších onemocnění skeletu*. Vydání první. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. 230 stran. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-3741-9.

1 Popis rešeršní činnosti



Sumarizace využitých databází a dohledaných dokumentů

Clinical Interventions in Aging	1
Current Osteoporosis Reports	1
Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine	1
Frontiers in Cardiovascular Medicine	1
Chinese Herbal Medicines	1
Ijoy International Journal of Yoga	1
Indian Journal of Medical Research	1
International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity	1
International Journal of Environmental Research and Public Health	1
Frontiers in Cardiovascular Medicine	1
International Journal of Clinical and Experimental Medicine	1
Jama	1
Journal of the American College of Nutrition	1
Journal of Epidemiology	1
Journal of Ethnopharmacology	1
Journal of Functional Foods	1
Journal of Geriatric Physical Therapy	1
Journal of Healthcare Engineering	1
Journal of Orthopaedic Translation	1
Journal of Women's Health	1
Maturitas	1
Nutrients	3
Nutrition Research and Practice	1
Nutrition Reviews	1
Open Journal of Orthopedics	1
Osteoporosis International	1
Osteoporosis treatment	1
Pakistan Journal of Biological Sciences	1
Planta Medica	1
Revista Brasileira de Reumatologia	2
Revista Internacional de Medicina Ciencias de la Actividad Física del Deporte	1
The Pharma Innovation Journal	1



Pro tvorbu teoretických východisek bylo použito celkem 41 dohledaných článků a 1 knižní publikace.

2 Prevence osteoporózy pomocí výživy, bylin a potravinových doplňků

Vyvážený příjem specifických živin (ze specifické stravy anebo prostřednictvím integrace stravy) lze považovat za první krok účinné preventivní strategie v osteopenickém stavu (Rondanelli et al., 2022, s.2). Integrovaná zdravotní péče o ženy v menopauze by proto měla klást důraz na posouzení životního stylu a poradenství, aby se vyvážily negativní účinky nedostatku estrogenů na celkovou pohodu a minimalizovalo se riziko metabolického syndromu a osteoporózy. Zásadní význam mají výživové návyky, protože se týkají všech žen, lze je měnit a mají vliv na délku i kvalitu života (Silva et al., 2021, s.2). V období dospívání je zásadní mít dostatečný příjem vápníku, protože ovlivňuje vrcholovou hustotu kostních minerálů (dále jen BMD), který může později pomoci v prevenci osteoporózy (Rajput et al., 2018, s.483). Kost je nutričně modulovaná tkáň, a proto lze za první krok účinné preventivní strategie proti osteopenickému stavu považovat vyvážený příjem specifických živin (Rondanelli et al., 2022, s.48).

V přehledu (Rondanelli et al., 2022, s.48). zhodnotili nejnovější údaje týkající se ideálního přístupu k výživě za účelem snížení úbytku minerální hustoty kostí a sestavili potravinovou pyramidu, která umožňuje pacientům s osteopenií/osteoporózou snadno zjistit, co mají jíst. Z pyramidy vyplývá, že sacharidy by se měly konzumovat každý den (tři porce celozrnných obilovin kvůli obsahu vlákniny a zinku) spolu s ovocem a zeleninou (pět porcí, upřednostňuje se zejména oranžově zbarvené ovoce a zelenina kvůli obsahu betakarotenu a vitamínu C a zelená listová zelenina kvůli obsahu vitamínu K, kyseliny listové, hořčiku a prebiotik), lehký jogurt (125 ml), odstředěné mléko (200 ml), extra panenský olivový olej (téměř 20 mg/den kvůli obsahu vitamínu E a polyfenolů) a vápenatá voda (téměř 1 l/den). Týdenní porce by měly zahrnovat ryby (čtyři porce pro obsah vitamínu D, bílkovin a omega 3), bílé maso (tři porce kvůli obsahu bílkovin, železa a vitamínu B12), luštěniny (dvě porce kvůli rostlinným bílkovinám), vejce (dvě porce), sýry (dvě porce kvůli bílkovinám, vápníku, vitamínu B6) a červené nebo zpracované maso (jednou týdně). Osoby trpící osteopenií/osteoporózou potřebují určitou individuální suplementaci (pokud nelze denní potřebu uspokojit stravou, mohla by být účinnou strategií s velkým poměrem přínosů a nákladů suplementace vápníkem, vitamínem D, bórem, omega 3 a izoflavony). Existují některé potraviny, které jsou zakázané (sůl, cukr a anorganické fosfátové přísady).

Doplňková a alternativní medicína (dále jen CAM) je definována jako skupina různých lékařských a zdravotnických systémů, postupů a produktů, které nejsou v současnosti

považovány za součást konvenční medicíny (National Center for Complementary and Integrative Health 2018). Americké Národní centrum pro komplementární a alternativní medicínu (NCCAM, dnes NCCIH) sestavilo v roce 2000 klasifikaci terapií CAM: Alternativní léčebné systémy (ajurvéda, tradiční čínská medicína, homeopatie), terapie založené na práci s myslí, účinek se projeví v oblasti těla (např. meditace), biologicky založené metody (terapie využívající byliny, minerály a přírodní léčiva), manipulační a tělesně založené metody (chiropraxe, masáže), energetické terapie (využívající energetické pole těla, např. čchi-kung, reiki) (Institute of medicine (US), 2005, st.18). Přibližně polovina dospělých řeší své zdravotní problémy pomocí metod CAM. Faktory ovlivňující využívání těchto metod se v jednotlivých zemích liší. K těmto faktorům patří například nespokojenost s výsledky moderní západní medicíny (Asli et al., 2018, 1547).

2.1 Prevence osteoporózy pomocí výživy

V metaanalýze, která byla publikována v roce 2019, je zmiňován „masový/západní“ stravovací vzorec, který se vyznačuje vysokou spotřebou červeného a zpracovaného masa, rafinovaných obilovin a sladkostí, spojen s nižší BMD a vyšším rizikem zlomenin. Tento stravovací vzorec byl následně porovnán se vzorcem "Zdravý", pro který je naopak typická vyšší spotřeba ovoce a zeleniny, a vzorcem "Mléko/mléčné výrobky". Oba tyto vzorce bývají spojovány s menším rizikem nízkého BMD. Kromě toho měl vzorec "Zdravý" významný preventivní účinek na riziko zlomenin, zatímco vzorec "Maso/Mléko" riziko zlomenin významně zvyšoval (Fabiani et al., 2019, s. 236.) Vegetariánská strava obsahuje nižší množství vápníku, vitamínu D, vitamínu B-12, bílkovin a n-3 mastných kyselin, které jsou důležité pro udržení zdraví kostí. Zdravá vegetariánská strava však obvykle obsahuje větší množství několika ochranných živin souvisejících s kostmi, jako je hořčík, draslík, vitamin K a antioxidační a protizánětlivé nutrienty. Vegetariáni, zejména vegani mohou být vystaveni vyššímu riziku nízkého BMD a zlomenin. Prospektivní studie rizika zlomenin ve Spojeném království zjistila, že riziko zlomenin je vyšší u veganů, protože mají nižší příjem vápníku (< 525 mg/den), ale nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi konzumenty masa / ryb a lakto-ovo-vegetariány. Veganská populace by měla získávat vápník z jiných zdrojů (z tofu), obohacených sójových výrobků nebo obohaceného pomerančového džusu, ale je třeba dbát na dostatečný příjem. Pečlivě vybírat potraviny nebo přidávat obohacené potraviny či doplňky stravy, aby se předešlo možnému nedostatku živin a pomohla se zajistit zdravá kostní rovnováha a snížit riziko zlomenin u osob, které dodržují vegetariánskou stravu

(Muñoz-Garach et al., 2020, s.9). Evropě, jak naznačuje "Framinghamská studie", jedinci se stravou s vysokým obsahem zpracovaných bílkovin (s vysokým podílem bílkovin přijímaných ze sýrů, zpracovaného masa, pečiva, pizzy, hranolků, snacků a rafinovaných obilovin) vykazují nižší BMD ve srovnání s ostatními skupinami (Sahni et al., 2015, s.9).

Ve studii (Muñoz-Garach et al., 2020, s.8) upozorňují na rizika nezdravého západního stravovacího vzorce a na důležitost podpory snižování spotřeby zpracovaných potravin, sladkostí a dezertů, nealkoholických nápojů, smažených potravin, masa a rafinovaných obilovin. Rizika západního stravování jsou spojena s nižší BMD a vyšším rizikem zlomenin. Kromě toho může vysoký příjem tuků, pocházejících převážně z rafinovaných sacharidů a tučných výrobků, přímo narušovat střevní absorpci vápníku a také zvyšovat akumulaci tuku a obezitu, což vede ke snížení diferenciaci osteoblastů a tvorby kostí. Příjem sodíku vyvolává vyšší kalcii, u níž se předpokládá, že zvyšuje úbytek kostní hmoty a kostní remodelaci. Nadměrný příjem anorganického fosforu, který je přítomen ve zpracovaných potravinových přísadách, vyvolává narušení poměru vápníku a fosforu, což ovlivňuje endokrinní regulaci homeostázy vápníku. V kyselém prostředí dochází k postupnému úbytku kostní hmoty.

Co se týče indexu tělesné hmotnosti (dále jen BMI) <18,5, tak se literatura většinou shoduje na tom, že takto nízké hodnoty BMI předpokládají časné snížení kostní hmoty. (Rondanelli et al., 2022, s 8). Například japonská studie, kterou provedli Tatsumi et al. 2016, zkoumala vztah mezi podváhou a osteopenií u skupiny 749 japonských žen ve věku od 40 do 74 let, a to na základě hodnocení vztahu mezi BMD měřenou antropometricky a kvantitativním ultrazvukem a BMI. Závěr studie potvrdil souvislost mezi podváhou a zvýšeným rizikem vzniku osteopenických stavů (Tatsumi et al., 2016).

Studie provedená (Silva et al., 2015) analyzovala skupinu 1871 žen s průměrným věkem 59,2 let, průměrným BMI 27,7 s cílem zhodnotit vztah mezi BMD hodnocenou pomocí denzitometrického vyšetření skeletu (dále jen DXA) a BMI. Výsledky práce poukázaly na inverzní korelaci mezi BMI a rizikem vzniku osteopenie a osteoporózy a na to, že zejména BMI vyšší než 25 je protektivním faktorem.

Další studie provedená Mazocco et al. hodnotila BMD, opět pomocí DXA, u 393 žen po menopauze s průměrným věkem 59,6 let a dospěla k podobnému závěru jako předchozí studie. Skupina žen s nadváhou vykazovala BMD krčku statisticky významně vyšší než skupina žen s normální hmotností. Pokud jde o skupinu obézních žen, byla tato souvislost ještě zřetelnější. Další potvrzení pochází z průřezové studie, kterou provedla (Hassan et al., 2020) na vzorku 116 egyptských žen ve věku 25 až 65 let (průměrný věk 48,85). Ženy byly rozděleny do dvou skupin. Ženy před menopauzou (51 osob) a ženy po menopauze (65 osob) a BMD byla

měřena pomocí DXA, poté byla porovnána mezi jednotlivými skupinami podle BMI. Opět byla zjištěna pozitivní korelace nejen mezi BMI a BMD, ale také množství tukové hmoty a její rozložení mělo rovněž pozitivní korelaci s BMD (Mazocco et al., 2017).

Co se týče vztahu mezi BMI a rizikem zlomenin, je článků na toto téma minimum. Přesto je ale možné i tak vyvodit závěr. Odchylky BMI mimo normální hmotnost predisponují k různým rizikům zlomenin. To by mohlo být dáno tím, že při nízkém BMI je člověk náchylnější k traumatickým nebo atraumatickým zlomeninám, což souvisí s tím, že kostní tkáň není dostatečně vyživována. Zatímco při vysokém BMI je častější výskyt zlomenin spojován spíše s funkční překážkou způsobenou samotnou přítomností tuku (Rondanelli et al., 2022, s. 10).

Bílkoviny

Evropská společnost pro klinické a ekonomické aspekty osteoporózy a osteoartritidy (ESCEO) doporučuje příjem bílkovin ve stravě v množství 1,0-1,2 g/kg tělesné hmotnosti/den, přičemž v každém hlavním jídle by mělo být alespoň 20-25 g kvalitních bílkovin. Hlavními zdroji bílkovin ve vyvážené stravě jsou maso, ryby, drůbež, vejce a mléčné výrobky. Konzumace většího množství bílkovin – více než 0,8 g/kg tělesné hmotnosti/den, což je více, než je běžné dietní doporučení – je spojena s vyšší BMD, nižším rizikem zlomeniny kyčle a pomalejším úbytkem kostní hmoty. Klíčový význam má zejména u starších osob s osteoporózou, a je třeba je vždy doplňovat dostatečným množstvím vápníku v potravě. Je také důležité vzít v úvahu anabolický dopad konzumace bílkovin, která je spolu s fyzickým cvičením hlavní hnací silou syntézy svalových bílkovin. Svalová hmota a síla se zlepšují s cvičením a kombinace vhodného příjmu bílkovin a cvičení způsobuje větší přírůstek svalů než kterýkoli z těchto zásahů samostatně. Podobně je vyvážený příjem bílkovin ve stravě v kombinaci s odporovým tréninkem významným faktorem pro udržení pevnosti kostí. Bylo prokázáno, že vyšší konzumace bílkovin nemá negativní vliv na zdraví kostí. Pomáhají v prevenci úbytku kostní hmoty souvisejícího s věkem a snižují riziko zlomeniny kyčle u starších lidí. V rámci vyvážené stravy nebyly zjištěny žádné významné rozdíly ve výsledcích zlomenin kyčle mezi konzumací živočišných a rostlinných bílkovin. (Ryia et al., 2022, s.1606). Vhodné je bílé maso, a to 3 porce za týden, červené maso 1 porce za týden, mléko a jogurt 1 porce za den, 2 porce sýra za týden, 2 vejce za týden, ryby 4 porce za týden, luštěniny 2-3 porce za týden, aby se zabránilo ztrátě BMD a svalové hmoty nebo aby se tato ztráta léčila. Jsou potraviny, které obsahují jak bílkoviny, tak vápník. Kromě mléka by neměly být podceňovány ryby, u nichž je v některých případech, jako například u tlamoců, obsah vápníku

888 mg/100 g při příjmu bílkoviny 14,6 g/100 g, stejně dobré jsou hodnoty chobotnic a ančoviček, které poskytují asi 144-148 mg vápníku/ 100 g produktu při množství bílkovin 11 až 17 g/100 g potraviny. Mandle rovněž představují dobré spojení bílkovin a vápníku, jejich podíl činí 72 mg/ 100 g potraviny (Rondanelli et al., 2022, s. 22).

Sójové potraviny jsou v současné době předmětem rozsáhlého výzkumu, především proto, že jsou jedinečným a hojným zdrojem isoflavonů. Vzhledem k omezeným veřejným údajům o vztahu sója a kost vykazují sójové potraviny často pozitivní vliv na zdraví kostí. 3letá longitudinální studie 116 mladých čínských žen ve věku 30-40 let před menopauzou ukázala, že konzumace sójových potravin má potenciální vliv na kostní hmotu. Sója může také zlepšit metabolické zdraví postmenopauzálních žen (Tang et al., 2020, s.180).

Sacharidy

Matsuzaki et al hodnotili vliv konzumace hnědé rýže na BMD po dobu jednoho roku. Do studie bylo zařazeno 40 osob s průměrným věkem 73 let, které byly rozděleny do dvou skupin, u nichž byla na začátku a na konci studie hodnocena plocha kostí pomocí kvantitativního ultrazvuku patní kosti: první skupina konzumovala 100 g bílé rýže a 100 g hnědé rýže denně, zatímco druhá skupina konzumovala 200 g bílé rýže denně. Výsledky studie zaznamenaly významnou změnu plochy kostí u skupiny, která jedla hnědou rýží, ve srovnání se skupinou, která jedla bílou rýží, přičemž po 12 měsících léčby došlo ke statisticky významnému nárůstu této plochy u skupiny, která jedla hnědou rýží, a k poklesu u skupiny, která jedla bílou rýží (Matsuzaki et al.,2019, s.88).

Srovnávací účinky sušené švestky a sušeného jablka na kosti u postmenopauzálních žen, vydala Cambridge Universita v roce 2011. Riziko osteoporózy hodnotila u 236 žen po menopauze, z nichž 100 dokončilo jednoroční studii. Účastnice byly rozděleny do dvou skupin s příjmem 100 g sušených švestek nebo 75 g jablek. V obou případech byla zaznamenána pozitivní změna BMD, avšak s větším pozitivním účinkem u skupiny, která užívala sušené švestky, a výraznějším na úrovni loketní kosti a páteře. K vyhodnocení možného účinku v závislosti na dávce stejní autoři v roce 2016 zařadili 48 žen po menopauze s osteopenií a rozdělili je na šest měsíců do tří léčebných skupin. Na začátku a na konci studie bylo provedeno hodnocení kostní denzity. Obě doplňovaná množství se ukázala jako užitečná v prevenci snížení celkové kostní hmoty ve srovnání se skupinou s placebem. Při analýze konkrétních míst nebyly mezi skupinami zjištěny statisticky významné rozdíly pro BMD na úrovni kyčle a loketní kosti, zatímco na úrovni páteře byl u pacientů léčených 50 g i 100 g ve srovnání s neléčenou skupinou naznačen trend ke zvýšení, i když tato odchylka nebyla

významná. U osob, které užívaly sušené švestky, došlo ke snížení markerů kostní resorpce již po třech měsících, přičemž mezi osobami, které užívaly 50 g nebo 100 g, nebyly významné rozdíly, což ukazuje, že i malé dávky sušených švestek mohou být užitečné v prevenci snížení kostní hmoty u postmenopauzálních osteopenických žen (Rondanelli et al., 2022, s.15).

Některé složky potravy nejsou tráveny, ale jsou selektivně fermentovány střevní mikroflorou, a proto mohou podporovat růst bakterií, které mají pro hostitele pozitivní efekt. Takové složky potravy se nazývají prebiotika. Nestravitelné oligosacharidy jsou prebiotika, která zvyšují vstřebávání různých minerálů a podporují tak mineralizaci kostí (Rajput et al., 2018., s.487). Vláknina patří do skupiny sacharidů, které lidské tělo nevyužívá přímo k energetickým účelům, ale stávají se substráty pro střevní mikrobiotu, jako jsou oligosacharidy. Prebiotika, užívaná s cílem ovlivnit složení lidské mikrobioty, jsou schopna významně ovlivnit stav kostní tkáně v průběhu celého života, čímž napomáhají k dosažení přiměřeného kostního vrcholu a následně ke zpomalení procesu úbytku kostní hmoty, dále pozitivně zasahují do procesů vstřebávání vápníku ve střevě. Doporučuje se proto přiměřená konzumace ovoce a zeleniny s dostatečným příjmem vlákniny, což jsou tři porce ovoce (přibližně 150-200 g na porci) a dvě porce zeleniny (přibližně 200 g na porci) denně. Z ovoce je na vlákninu nejbohatší rybíz, maliny, hrušky, ostružiny a kiwi. U zeleniny jsou to především houby, artyčoky, růžičková kapusta, čekanka a brokolice. Je také vhodné konzumovat více potravin, které obsahují prebiotika, například čekanka, artyčoky, cibule, pórek, chřest, česnek, fazole, banány, kukuřice a sója. Nicméně je třeba dávat pozor na příjem jednoduchých cukrů (Rondanelli et al., 2022, s.13-17).

Vláknina snižuje pH ve střevě. Okyselením střevního prostředí může dojít ke zvýšení absorpce vápníku omezením tvorby fosfátů. Vliv příjmu vlákniny na strukturu a metabolismus kostí se zdá být závislý na pohlaví, což je pravděpodobně způsobeno tím, že snížení aktivity b-glukosidázy v tlustém střevě vede ke snížení reabsorpce estrogenů, což snižuje BMD. Inulín je polysacharid podobný škrobu, který působí jako prebiotikum a umožňuje změny v rovnováze střevní mikroflóry a funkční modifikace epitelu. Zvyšuje biologickou dostupnost vápníku ve střevě, především v kombinaci s fruktooligosacharidy s krátkým řetězcem (Wawrzyniak et al., 2021, s.1318).

Lipidy

Je důležité kontrolovat nejen množství přijímaných tuků, ale také jejich kvalitu, a snažit se přijímat v přiměřených dávkách ty tuky, jako jsou omega-3, které se ukazují jako užitečné v boji proti úbytku kostní hmoty a v prevenci patologických stavů. Nejčastěji konzumované potraviny, které obsahují omega-3, jsou modré ryby (např. sardinky, ančovičky, makrely), losos, mořské řasy, ořechy, olej a lněná a chia semínka. Olivový olej extra panenský je odjakživa považován za mimořádně důležitou potravinu ve středomořské stravě. Jeho konzumace má řadu výhod, především pozitivní účinky na kardiovaskulární zdraví a pozitivní účinky na zdraví kostí. Důvodem je sekundární protizánětlivá aktivita omega 3 mastných kyselin obsažených v rybách a polyfenolů obsažených v oleji. Doporučuje se užívat alespoň 20 g extra panenského olivového oleje denně (ideální je asi 50 g denně) a čtyři porce ryb týdně, obzvláště bohatých na omega 3 (Rondanelli et al., 2022, s. 18-19).

Roncero et al. se zabýval studií, kde lze vyhodnotit souvislost mezi příjmem olivového oleje a parametry hustoty kostí měřenými pomocí DXA a periferní počítačovou tomografií s vysokým rozlišením (pQCT). Olivový olej je spolu s příjmem ryb jedním z hlavních faktorů středomořské stravy. Příjem polynenasycených mastných kyselin omega-3 s dlouhým řetězcem ve stravě je pozitivně spojen s BMD v kyčli i v bederní páteři. Celkově jsou tyto výsledky v souladu se studiemi, které odražejí, že stravovací vzorec kompatibilní se středomořskou dietou má pozitivní vliv na parametry kostního zdraví. V této studii bylo zjištěno, že ženy s vyšším příjmem olivového oleje ve stravě ($>18,32$ g/den) měly významně vyšší celkovou, trámčitou a kortikální hustotu kostí ve srovnání s ženami s nižším příjmem olivového oleje ($\leq 18,32$ g/den). Bylo zjištěno, že dietní faktory zabraňují poklesu kortikálního kostního věku, ale bez vlivu na trabekulární kost u starších žen. Souvislost olivového oleje a mikroarchitektury kosti byla studována in vivo. Naše pozorování jsou v souladu s výsledky, které ukázaly, jak suplementace olivovým olejem zabraňuje osteoporóze vyvolané menopauzou u modelu ovariektomovaných potkanů, přičemž zlepšuje tloušťku kortikální a trabekulární kosti. V modelu osteoporózy vyvolané glukokortikoidy u albínských potkanů zvýšil olivový olej tloušťku kortikální kosti. Příjem olivového oleje ve stravě je pozitivně spojen s celkovou, trabekulární a kortikální BMD. (Roncero et al., 2018, s. 6-7).

Vitamíny, minerály a stopové prvky

Vitamíny jsou živiny s nízkou molekulovou hmotností, které jsou dodávány stravou a hrají klíčovou fyziologickou a metabolickou roli. Dělí se do dvou kategorií podle rozpustnosti v kapalinách. Vitamíny rozpustné ve vodě (komplex B a vitamin C) a vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E a K). Většinu vitamínů si člověk nedokáže syntetizovat. Z tohoto důvodu musí být dodávány z potravinových zdrojů nebo doplňků stravy. Vitamíny jsou bioaktivní živiny s řadou zdraví prospěšných vlastností, které silně ovlivňují růst a zdraví člověka. (Polzonetty et al., 2020, s. 1). Ovoce a zelenina poskytují velké množství mikroživin, jako je vitamin K, folát, hořčík, draslík, stejně jako antioxidanty, jako je vitamin C a karotenoidy. Vyšší příjem ovoce a zeleniny byl spojen s vyšší BMD a menšími ztrátami BMD v průběhu času (Sahni et al., 2015, s. 2).

Pro "menopauzální syndrom", který zahrnuje několik poruch (vazomotorické potíže, kognitivní poruchy a urogenitální dystrofii) a onemocnění, jako je postmenopauzální osteoporóza, je považován oxidativní stres za společný patogenní faktor. Předpokládá se, že pokles estrogenů spojený s menopauzálním přechodem je "jiskrou", která spouští oxidativní stres. Tato domnělá souvislost mezi oxidativním stresem a klinickými projevy menopauzálního syndromu vyvolala řadu observačních studií, které zkoumaly příznivé účinky antioxidantů ve stravě na ženy po menopauze. Vzhledem k četným metodologickým a designovým omezením a také kvůli nedostatku randomizovaných klinických studií však není možné v této souvislosti dospět k jednoznačnému závěru o užitečnosti fotochemikálií. Nicméně díky bezpečnosti těchto přírodních látek se zdá, že by to mohla být správná cesta. Budoucí intervenční studie s antioxidanty by se měly zabývat některými kritérii, která dosud nebyla dostatečně zohledněna. Zaprvé by se mohla navrhnout úprava běžné stravy (se zvýšeným příjmem ovoce a zeleniny) nebo užívání antioxidantních doplňků, aby se zachovala správná redoxní homeostáza. V současné době se již uznává, že žádný antioxidant není schopen sám o sobě působit proti oxidační výzvě. Naopak tohoto úkolu lze dosáhnout pouze v součinnosti s dalšími antioxidanty. Slibné výsledky přinesla hrstka malých epidemiologických studií lykopenu, jednoho z izomerů β -karotenu, který je obsažen hlavně v plodech rajčat. Zejména dvě studie naznačily, že denní konzumace této fytochemické látky může potlačovat kostní resorpci. Spolehlivé epidemiologické důkazy shromážděné v posledních dvou desetiletích přinášejí širokou shodu ohledně pozitivního vlivu příjmu zeleniny a zejména ovoce na zdraví kostí (Bonaccorsi et al., 2018, s.341-348).

Draslík pomáhá zachovat kostní vápník, který by jinak mohl být spotřebován na regulaci pH. Průřezová studie, kterou provedli New et al. na zdravých 994 premenopauzálních ženách

ve věku 45 až 49 let, prokázala, že se zvyšujícím se příjmem draslíku došlo k pozoruhodnému nárůstu BMD v krčku stehenní kosti a bederní páteři. Draslík je přirozeně hojně dostupný v banánech, avokádu, špenátu, sladkých bramborách a sušených meruňkách (Rajput et al., 2018, s.485). Jiná retrospektivní, průřezová studie zahrnovala 8 732 mužů a postmenopauzálních žen starších 50. let. Zásadním zjištěním této studie byla pozitivní souvislost draslíku ve stravě se zdravím kostí u starších Korejců, zejména u žen. Po úpravě matoucích faktorů byla prevalence osteoporózy v oblasti bederní páteře o 32 % nižší u žen s vyšším příjmem draslíku než u žen s nižším příjmem. (Ha et al., 2020, s.60).

Přestože jsou chlór a sodík pro lidský organismus nezbytnými prvky, v současné západní stravě jsou konzumovány v nadměrném množství prostřednictvím soli. Kromě negativních účinků, které může mít nadměrná konzumace soli na kardiovaskulární systém a riziko vzniku rakoviny žaludku a střev, může nadměrná konzumace soli, definovaná jako > 5 g denně mít vztah ke vzniku problémů s kostmi. Vysoké množství soli totiž modifikuje metabolismus vápníku tím, že zvyšuje jeho vylučování močí a podporuje riziko osteopenie a osteoporózy. Proto je vhodné omezit konzumaci potravin bohatých na obsah soli, jako jsou konzervované a dehydrované potraviny, zpracované maso, zrající sýry atd. V kuchyni je možné sůl nahradit různými druhy koření či aromatických bylin (Rondanelli et al., 2022, s.46-47).

Ve studii z roku 2017 provedené na údajích korejských žen po menopauze byla zjištěna prevalence případů osteoporózy bederní páteře u žen, které konzumovaly ≥ 4001 mg soli denně ve srovnání s těmi, které konzumovaly ≤ 2000 mg (příjem byl vždy hodnocen pomocí dotazníků o frekvenci stravování). Naopak v případě krčku stehenní kosti byla míra prevalence osteoporózy signifikantně vyšší u těch, které konzumovaly ≥ 5001 mg soli denně, ve srovnání s těmi, které konzumovaly ≤ 4000 mg. To ukazuje, že vysoká spotřeba soli je silně spojena s rozvojem osteoporózy u žen po menopauze (Kim et al., 2017). Za účelem rozlišení vztahu mezi nadměrným příjmem sodíku a jeho vlivem na kostní hmotu u žen před nebo po menopauze byla v roce 2017 provedena průřezová studie na datech KNHANES 2008-2011, která vybrala vzorek 9526 žen starších 18 let. Analýzou a vyloučením matoucích faktorů přítomných u obou skupin žen (jako jsou denní kalorie, gramy bílkovin ve stravě, přijaté miligramy Ca, P, K a Na, návyk kouření, konzumace alkoholu, fyzická aktivita atd.), byla zjištěna negativní korelace mezi příjmem sodíku a BMD/BMC u žen po menopauze, nikoli však u žen před menopauzou. Navíc u postmenopauzálních žen s příjmem sodíku > 2000 mg denně bylo riziko osteoporózy vyšší než u těch, které konzumovaly < 2000 mg (Kwon et al., 2017, s.1445). V systematickém přehledu a metaanalýze z roku 2018 bylo analyzováno 718 článků s cílem definovat vztah mezi

sodíkem a rizikem osteoporózy. Do metaanalýzy bylo vybráno devět studií, 39 065 subjektů, které ukazují, jak vysoká spotřeba sodíku (počítaná na základě sodíku přijatého denně, prostřednictvím dotazníků nebo na základě sodíku vyloučeného močí za 24 h) významně zvyšuje riziko osteoporózy. Aby se snížila velká heterogenita mezi studiemi, byly vytvořeny podskupiny například na základě pohlaví, typu uvažovaného sodíku (ať už v moči, nebo v potravě) a věku subjektů. Analýza zejména ukázala, že riziko osteoporózy je vyšší u žen v menopauze než u žen před menopauzou a obecně u žen starších 50 let. Při analýze korelací na základě typu sodíku (močový nebo potravinový) bylo zjištěno, že sodík vnesený s potravou souvisí s rizikem osteoporózy, zatímco pro definování korelace mezi močovým sodíkem a rizikem osteoporózy nebyl nalezen dostatek důkazů (Fatahi et al., 2018).

V těle každého dospělého člověka je v průměru > 1kg vápníku. V podstatě veškerý obsah vápníku (99 %) se nachází v kostech. Zbývající 1 % vápníku cirkuluje v krvi jako volný vápník, ionizovaný s plazmatickými bílkovinami nebo spojený s anionty, jako je citrát nebo laktát. Aby byla tato potřeba pokryta, musí být vápník dodáván potravou. Vápník se ztrácí močením, evakuací, pocením, vypadáváním vlasů a exfoliací. Ionty vápníku jsou nezbytné pro živé organismy a pro normální funkci těla. Podílí se na svalové kontrakci, buněčné smrti, přenosu nervových impulzů, diferenciaci buněk, aktivaci enzymů a imunitní reakci. Poruchy stavu vápníku přispívají k rozvoji kostních onemocnění a zvyšují riziko vzniku osteoporózy (Wawrzyniak et al., 2021, s.1307). Potraviny bohaté na vápník, které je třeba preferovat a zařadit do jídelníčku, jsou kravské mléko, jogurt, dále zrající sýry a polotvrdé sýry, mezi další potraviny bohaté na vápník patří sardinky, ančovičky, sušené aromatické bylinky (bazalka, tymián, šalvěj), sušené fíky a lískové ořechy, vlašské ořechy. K dosažení denní potřeby vápníku je vhodná konzumace 2 l minerální vody bohaté na vápník. (Rondanelli et al., 2022, s 33).

2.2 Prevence osteoporózy pomocí bylin

Bylinná léčba je podpůrná a pomalu působící, a proto se doporučuje používat ji spíše jako preventivní a udržovací než rychle působící léčbu kostí. Používání léčivých rostlinných produktů a derivátů je považováno za vhodnou a nákladově efektivní metodu pro zlepšení zdraví kostí. Mohou být dokonce používány jako potravina nebo doplněk stravy k prevenci postmenopauzální osteoporózy. (Roya et al., 2019, s.230-235).

Přírodní byliny se v Číně a dalších zemích hojně používají v klinické praxi již od starověku. Některé přírodní byliny mají potenciální účinky na podporu funkce gonád a hojení zlomenin, a proto jsou vhodnými položkami pro současný výzkum v boji proti postmenopauzální osteoporóze a její prevenci. V Číně je zdraví kostí považováno za úzce související s funkcí ledvin. Nedostatečnost ledvin je považována za příčinu všech patologií souvisejících s kostmi a klouby, mezi něž patří artritida a osteoporóza. Léčba se proto řídí zásadou posilování funkce ledvin, když kosti a klouby jsou považovány za "slabé". Z mnoha bylin, o nichž se uvádí, že jsou užitečné pro posílení ledvin, je oblíbených asi 30 a nejčastěji se používá *Herba epimedii* (Škornice šípovitá), *Fructus psoraleae* (Šacholan zahradní), *Radix rehmanniae* (Rehmanie lepkavá), *Rhizoma drynariae* (Fortunova drynarie), *Herba cistanches* (květ Cistanche) a *Cortex eucommiae* (Gumojilm jilmový). Bez ohledu na to, kolik biologicky aktivních chemických složek je v bylinách obsaženo a jak složité mohou být mechanismy jejich účinku, fytoestrogeny v bylinných přípravcích by mohly hrát důležitou roli při zmírňování postmenopauzální ztráty kostní hmoty. Účinky fytoestrogenů byly zaznamenány jak v laboratorních studiích, tak v klinických studiích (Leung et al., 2013, s.84).

Huai et al., vytvořili integrační analýzu aktivních chemických látek, cílů léčiv a interagujících cest bylin pro léčbu osteoporózy. Bylo získáno 86 přírodních sloučenin s příznivými farmakokinetickými profily. Síťová analýza ukázala, že pravděpodobně synergicky pracují prostřednictvím více mechanismů, jako je potlačení zánětlivé odpovědi, udržování kostního metabolismu nebo zlepšení imunity organismu, ve prospěch pacientů s osteoporózou. Experimentální výsledky dále ukázaly, že pět sloučenin (kalikosin, asperosaponin VI, hederagenin, kyselina betulinová a luteolin) zvýšily proliferaci a diferenciaci osteoblastů *in vitro*, což potvrdilo platnost farmakologického přístupu tohoto systému. Byliny a jejich přírodní sloučeniny, které jsou charakterizovány jako klasické kombinované terapie, mohou být zapojeny do několika mechanismů ke koordinovanému zlepšení příznaků osteoporózy. Výsledky mohou přispět k nabídce nových strategií a vodítek pro terapii a objevování léků osteoporózy a dalších komplexních onemocnění. Přírodní účinné

látky identifikované na základě současného farmakologického přístupu založeného na novém systému mohou společně poskytnout zdroj fytomedicíny pro osteoporózu a chronická onemocnění související s kostmi, což by bylo velmi cenné. Důležité je, že tento systémový farmakologický přístup přispívá k pochopení složitých asociací mezi biologickými organismy, léky a chronickými nemocemi z hlediska sítě, stejně jako poskytuje nový přístup k podpoře objevování léků. Navzdory tomu, že farmakologický model tohoto systému byl široce aplikován a vykazoval velký vliv na vývoj nových léků, je stále v raném stádiu a vykazuje několik nedostatků, jako je nedostatečná přesnost a omezené byliny. Kromě toho je zapotřebí více testů k potvrzení účinků nových potenciálních sloučenin proti osteoporóze, jako je gentisin a aureusidin. Proto by v následných výzkumech mělo být shromážděno více experimentálních dat pro neustálé zlepšování a optimalizaci modelu (Huai et al., 2021, s.313). Celkem sedm bylin bylo identifikováno jako nejlépe prozkoumané léky proti osteoporóze. Všechny botanické názvy rostlin zahrnutých bylin byly porovnány s poslední revizí názvu v "The Plant List". Mezi nimi má *Drynariae Rhizoma* (Fortunova drynarie) zásadní roli v léčbě osteoporózy. *Drynariae Rhizoma* je široce používán jako účinný lék proti osteoporóze tím, že přímo podporuje tvorbu osteoblastických kostí a inhibuje osteoklastickou kostní resorpci. *Epimedii Herba* (Škornice šípovitá) má v Číně dlouhou tisíciletou historii v léčbě osteoporózy. *Epimedii Herba* vykazuje dvojí působení prostřednictvím podpory tvorby kostní hmoty a potlačování kostní resorpce. Třetí oblíbenou bylinou je *Dipsaci Radix* (Štětka soukenická), následuje *Eucommiae Cortex* (Gumohilm jilmový), *Dogwood*, *Cistanches Herba* (květ Cistanche), *Astragali Radix* (Kozinec huangqi) (Huai et al., 2021, s.319). *Epimedii Herba* je tradiční ledvinová surová bylina s významnými farmakologickými účinky. V čínském lékopise bylo zaznamenáno, že tato bylina byla klinicky používána k léčbě osteoporózy a opravě kostních defektů v předpisech tradiční čínské medicíny (TCM) (Zhao et al., 2016, s.322). "The Shinnong Herb Bible (神農本草經)", nejstarší farmakologická kniha ve východní Asii, uvádí, že *Dipsaci Radix* může být použit k léčbě syndromu krevní stázy a k posílení kostí a vazů (Park et al., 2019, s.253).

2.3 Prevence osteoporózy pomocí potravinových doplňků

Vitamin D je vitamín rozpustný v tucích, který lze získat ze stravy, slunečního záření nebo doplňků stravy a je metabolizován řadou enzymatických reakcí v těle, které produkují jeho aktivní formu 1,25-dihydroxyvitaminu D. Vitamin D (v neaktivní formě) je často předepisován v kombinaci s doplňky vápníku (Wasilewski et al., 2019). Nízká hladina vitaminu D v séru stimuluje uvolňování parathormonu, což vede k rychlejšímu kostnímu obratu. Tato změna však není spojena se současným zlepšením vývoje kostí, a proto dochází ke zvýšenému úbytku kostní hmoty (Rajput et al., 2018, s.483). Termín "vitamin D" byl zaveden v roce 1922 a popisoval vitamin schopný podporovat ukládání vápníku. Vitamin D je v přírodě dostupný jako ergokalciferol (vitamin D2) nebo cholekalciferol (vitamin D3), vitamin D2 je přítomen především v rostlinách nebo rostlinných produktech, zatímco vitamin D3 je obvykle detekován v potravinách živočišného původu (Polzonetty et al., 2020, s. 1). Celkem 80-90 % vitaminu D se získává z kožní syntézy po vystavení slunečnímu záření a 10-20 % z omezeného počtu potravin, jako jsou tučné ryby, houby a některé obohacené mléčné výrobky. Nicméně žádná potrava nemůže poskytnout dostatečné množství vitaminu D, tak aby se dosáhlo požadované dávky. Ke zvýšení příjmu vitaminu D by mohla přispět fortifikace různých potravin. Dostatečné vystavení slunečnímu záření je důležité pro prevenci a nápravu nedostatku vitaminu D. U starších žen nebo žen po menopauze může nedostatek vitaminu D zhoršovat osteoporózu. Vitamin D se podílí na udržování svalové hmoty a síly i struktury kostí. Vysoká účinnost byla prokázána u některých potravin obohacených vitaminem D, jako jsou sýry se sníženým obsahem tuku a vejce obohacená vitaminem D (Muñoz-Garach et al., 2020, s.2).

Dvouletá randomizovaná kontrolovaná studie určená pro stanovení účinku denního příjmu mléka obohaceného vápníkem a vitamínem D. Skupiny byly 3 a každá skupina pila 500 ml / den odstředěného mléka. Skupina s nízkou dávkou (120 mg / 100 ml vápníku, vitamín D3 30 UI/100 ml), skupina A vápník a vitamin D (180 mg/100 ml a 120 UI/100 ml) a skupina B vápník a vitamin D (180 mg/100 ml a 120 UI/100 ml). Po 24 měsících se koncentrace vitaminu D v kontrolní skupině nezměnily, ale zvýšily se ve skupině A a skupině B. Nastalo zvýšení BMD v krčku femuru. Denní příjem mléka obohaceného vápníkem a vitamínem D u postmenopauzálních zdravých žen navozuje výrazné zlepšení stavu vitaminu D, výrazné zvýšení BMD v krčku femuru a také příznivé účinky na glukózový a lipidový profil (Reyes et al., 2018, s.561).

Tříletá, dvojité zaslepená, randomizovaná klinická studie prováděná v jednom centru v kanadském Calgary od srpna 2013 do prosince 2017, do které bylo zařazeno 311 zdravých

dospělých osob žijících v komunitě, bez osteoporózy, ve věku 55 až 70 let, s výchozí hladinou 25-hydroxyvitaminu D 30 až 125 nmol/l. Intervence denní dávky vitaminu D3 po dobu 3 let 400 IU, 4000 IU nebo 10 000 IU. Účastníkům s příjmem stravy nižším než 1200 mg denně byla poskytována suplementace vápníkem. Primárními výsledky byly celková objemová BMD v radiu a tibií, hodnocená pomocí periferní kvantitativní počítačové tomografie s vysokým rozlišením, a pevnost kosti (zatížení při selhání) v radiu a tibií odhadnutá pomocí analýzy konečných prvků (Bert et al., 2019, s.1). V této klinické studii (Shahnazari et al., 2019, s. 46-47) bylo vybráno 400 pacientů odeslaných na kliniku hustoty kostí v nemocnici Kowsar v Semnanu. Poté byly osoby s nedostatkem vitaminu D léčeny kapslemi s vitaminem D po dobu 8 týdnů. Osoby v intervenční skupině dostávaly 50000 jednotek vitaminu D týdně a kontrolní skupina dostávala placebo. Léčba pokračovala po dobu 8 týdnů u obou skupin. Na konci léčebného období byla u všech subjektů vyhodnocena hustota kostní hmoty a výsledky obou skupin byly porovnány. Z analýzy dat vyplývá, že existuje významný rozdíl mezi změnami u obou skupin. Změny v intervenční skupině byly významně větší než v kontrolní skupině. Léčba vitaminem D tedy zlepšuje ukazatele kostní denzity.

Lavado-Garcia a jeho kolegové zkoumali účinnost příjmu omega-3 na BMD u španělských žen středního věku. Studie se zúčastnilo 1865 účastnic v průměrném věku 54 ± 10 let a s průměrným BMI $27,3 \pm 4,5$ kg/m². Každá z účastnic podstoupila DXA vyšetření k měření BMD v bederní a kyčelní oblasti a vyplnila dotazník o frekvenci stravování. Z 1865 účastnic trpělo 194 osteoporózou a 707 osteopenií, zatímco 964 vykazovalo normální hodnoty. Ve skupinách žen s normálními hodnotami a žen s osteopenií byl příjem omega-3 ((kyselina eikosapentaenová) EPA + kyselina dokosahexaenová (DHA) $0,52 \pm 0,21$ g/den) pozitivně spojen s lepší BMD na obou místech, zatímco totéž nelze říci o skupině účastnic s osteoporózou, u nichž se žádná souvislost neprojevila (Rondanelli et al.,2022, s. 17).

Údaje z velké prospektivní studie (Veronese et al., 2017, s.1570) hodnotí příjem hořčíku a riziko zlomenin. Zaměřili se na vyšetření příjmu Mg a nástupu zlomenin u velké kohorty amerických mužů a žen zapojených do iniciativy pro osteoartrózu po dobu 8 let. Příjem Mg v potravě (včetně příjmu ze suplementace) byl hodnocen na začátku a kategorizován pomocí kvintilů specifických pro pohlaví. Celkově bylo zahrnuto 3765 účastníků (1577 mužů a 2071 žen) s průměrným věkem 60,6. V této studii byl vyšší příjem Mg v potravě spojen s významným snížením rizika zlomenin během 8 let sledování. Pacienti s nejvyšším příjmem Mg ve skutečnosti hlásili významné snížení rizika zlomenin o 53 % u mužů a o 62 % u žen. Vyšší příjem Mg v potravě má ochranný účinek na zlomeniny kostí u osteoporózy, zejména u žen, což naznačuje důležitou roli tohoto minerálu při osteoporóze a zlomeninách.

Wasilewski et al. ve studiích došli k závěru, že doplňky vápníku jsou nejčastěji používaným lékem bez předpisu k léčbě úbytku kostní hmoty související s věkem. Také u pacientů trpících chronickým onemocněním ledvin jsou běžně předepisovány vazbače fosfátů na bázi vápníku. Rostoucí obavy z vedlejších účinků suplementace vápníkem však ilustrují klinické dilema, suplementace vápníku ať už s vitamínem D, nebo bez něj je spojena se zvýšeným rizikem kalcifikace cév. Klinické studie ukazují, že zvýšený příjem vitamínu K by mohl být slibnou doplňkovou živinou jak pro podporu zdraví kostí, tak pro ochranu před kalcifikací cév. Tím může zvýšit bezpečnost současné léčby osteoporózy a poskytnout únik z vápníkového paradoxu. V budoucnu by měly být provedeny klinické studie, které by potvrdily proveditelnost takové kombinace (Wasilewski et al., 2019, s.10).

Doporučený příjem vápníku by měl překročit >800 mg/den. Pokud je příjem vápníku ve stravě nedostatečný, je vhodné užívat doplňky vápníku. Léky, jako jsou léky na štítnou žlázu, kortikosteroidy, tetracykliny, antikonvulziva, železo interferují s absorpcí vápníku (Chadha et al., 2022, s. 167). Suplementace vápníkem je spojena se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění, včetně infarktu myokardu (Harvey et al., 2017, Lewis et al., 2015). Jiné studie naopak neodhalily žádnou souvislost mezi suplementací vápníku a rizikem kardiovaskulárních onemocnění (Chung et al., 2016). Celkově není dostatek údajů, které by naznačovaly, že rizika suplementace převyšují přínosy, a současná doporučení doporučují suplementaci lidem s vysokým rizikem nedostatečnosti a těm, kteří podstupují léčbu osteoporózy. Minimální požadavky na příjem vápníku jsou 500-1000 mg/den pro dobrý a kvalitní životní styl, ale toto množství vápníku není možné plně získat stravou. Přesto zůstává hladina vápníku v séru nezměněna díky dobře řízené absorpci a vylučování vápníku lidským organismem (Ryia et al., 2022, s.1602).

3 Prevence osteoporózy pomocí pohybové aktivity

Osteoporóza a s ní spojené zlomeniny jsou celosvětovým zdravotním problémem, kdy jsou farmaceutické přípravky zaměřené na BMD první linií léčby. Farmaceutické přípravky však nemají žádný vliv na zlepšení dalších klíčových rizikových faktorů zlomenin, včetně nízké svalové síly, výkonu a funkční kapacity, které jsou nezávisle na BMD spojeny se zvýšeným rizikem pádů a zlomenin. Cílený cvičební trénink je jedinou strategií, která může současně snížit výskyt většiny rizikových faktorů souvisejících s kosterním onemocněním a pády. Musí však být vhodně předepsán a přizpůsoben požadovanému výsledku a konkrétní cílové skupiny. (Wang et al., 2015, s.1-2).

Troy et al. vytvořil přehled s názvem: „*Cvičte brzy a často. Účinky fyzické aktivity a cvičení na zdraví kostí žen.*“ Návyk provozovat fyzickou aktivitu by měl být důrazně podporován již v nejtětlejším věku, protože v období růstu a vývoje jsou kosti dospívajících mimořádně citlivé na fyzickou aktivitu a umožňují zvýšit pevnost kostí, která s přibývajícím věkem bude mít tendenci se lépe zachovat. (Troy et al.,2018).

Podle Rondanelli et al. má cvičení širší preventivní význam, pokud se provádí v mladším věku a pokud se provádí pravidelně v průběhu celého života. Vzhledem k velkému rozšíření, nízkým nákladům a přizpůsobivosti je proto velmi důležité, aby byla pohybová aktivita podporována již u nejmladších dětí. Stala se tak pro ně návykem, a tím by se zajistilo, že bude praktikována po celý život a bude plnit svou preventivní úlohu také proti osteopenii a osteoporóze. Je důležité, aby v dospívání bylo dosaženo co nejvyšší kostní hmoty, aby bylo zabráněno následnému fyziologickému poklesu kostní hmoty. Navíc čím vyššího vrcholu kostní hmoty je během růstu dosaženo, tím nižší je riziko vzniku osteoporózy v budoucnu. Odhaduje se, že 10% zvýšení vrcholové kostní hmoty by typické starší ženě přineslo dalších 13 let života bez osteoporózy. Mezinárodní nadace pro osteoporózu (International Osteoporosis Foundation) uvádí, že sportování může být pro populaci s nízkou BMD obtížné kvůli obavám ze zranění, pádu anebo zlomeniny. V každém případě se dochází k závěru, že přínosy sportu převažují nad riziky, protože fyzická aktivita přispívá k budování a udržování pevnosti kostí a svalů, a také ke zlepšení rovnováhy a koordinace pohybů. Pro všechny pacienty s osteoporózou směrnice doporučují provádět trénink zaměřený spíše na držení těla, rovnováhu, chůzi, koordinaci a stabilizaci kyčlí a trupu než na obecnou aerobní zdatnost. Tento tréninkový program by měl být pod dohledem lékaře nebo fyzioterapeuta a měl by být navržen na základě konkrétních potřeb a schopností subjektu (Rondanelli et al., 2022, s.10–12)

Pevnost kostí se zvyšuje zejména vytrvalostním cvičením se zátěží a při tréninku svalové hmoty. Bylo zjištěno, že aerobik a tzv. odporové cvičení (jakékoliv cvičení, které způsobí, že svaly pracují proti vnějšímu odporu) pomáhají udržovat nebo dokonce zvyšovat BMD u postmenopauzálních žen. Pravidelné cvičení pomáhá zpomalit tempo stárnutí kostry. Bez ohledu na věk mají jedinci, kteří udržují aktivní životní styl, výrazně větší kostní hmotu ve srovnání se sedavými protějšky. Tato výhoda přetrvává až do sedmé a osmé dekády života. Jakýkoliv pohyb, který zahrnuje zejména chůzi, běh, tanec, skákání přes švihadlo či různá odporová cvičení je mimořádně prospěšný (Sona Kolke, et al., 2016, s.44).

Benedetti et al. došli k závěru, že zatím co nárazové cvičení (jednorázový trénink) poskytuje pouze letmou osteogenetickou stimulaci, tak delší trénink (například 2krát denně po dobu 5 týdnů) poskytuje výrazně lepší stimulaci. Navíc při déle trvajícím období cvičení (6-12 měsíců) dosáhli sedaví a netrénovaní jedinci lepších výsledků v BMD než jedinci trénovaní s významnou osteogenetickou aktivitou bez zvýšení indexů reabsorpce. Je pravděpodobné, že u trénovaných jedinců dochází pouze k udržování dobré úrovně metabolismu kostí, které bylo dosaženo již dříve a která se nemůže zvyšovat donekonečna. Dále bylo zjištěno, že pokud se sportovec věnuje sportovním aktivitám zahrnujícím skákání (jako je volejbal, basketbal, rugby, fotbal a bojová umění), - je jeho BMD v průměru vyšší než u sportovců věnujícím se sportům, kde toto není např. plavání, veslování a jízda na kole. Kromě toho existují důkazy, že vysoká úroveň fyzické aktivity v průběhu dětství a mládí (což můžeme vidět u vrcholových sportovkyň) má příznivý vliv na kostní hmotu v dospělosti a pomáhá předcházet jejímu úbytku v důsledku stárnutí (Benedetti et al., 2018, s.10).

Byly vyhledány a porovnány jednotlivé studie z roku 2010–2020. Zahrnuto bylo celkem 59 studií, včetně 12 observačních studií. V rámci zahrnutých studií 40 z nich porovnávalo fyzickou/pohybovou aktivitu bez intervenčních kontrol, 11 porovnávalo dva programy fyzické aktivity a zbývajících šest zkoumalo různé stupně pohybových aktivit. Zahrnuté studie naznačují, že intervence fyzické aktivity pravděpodobně zlepšují zdraví kostí u starších dospělých, a tím zabraňují osteoporóze. Vyšší dávky fyzické aktivity a programy zahrnující více typů cvičení nebo cvičení odporu se zdají být nejúčinnější. Typické programy, u kterých byly ve studiích zjištěny významné dopady intervence, byly prováděny po dobu 60+ minut, 2–3krát týdně po dobu 7+ měsíců. Observační studie naznačily pozitivní souvislost mezi dlouhodobou celkovou a plánovanou fyzickou aktivitou na zdraví kostí (Pinheiro et al., 2020, s.1).

Tai-či je druh meditativního cvičení a cvičení pro tělo, skládá se především z řady pomalých, uvolněných a ladných fyzických pohybů, které na sebe plynule navazují. Vzhledem k tomu, že nevyžaduje mnoho prostoru a vybavení, mohou jej účastníci cvičit bez ohledu na prostorové a finanční omezení. Kromě toho je díky jednoduchému, plynulému a nenáročnému charakteru pohybů vhodné pro většinu, ne-li všechny věkové skupiny s předchozími zkušenostmi se sportovními aktivitami, nebo bez nich. Tai-či je prospěšný pro rovnováhu a koordinaci končetin s četnými vícesměrnými pohyby a změnami polohy mezi postoji na jedné a na dvou nohách. Je také známo, že přispívá k posturální stabilitě a flexibilitě jedince. Bylo také zjištěno, že lépe předchází riziku pádů ve srovnání s prováděním protahovacích cvičení nebo konvenční fyzikální terapií (Show et al., 2018, s. 75).

Pro studium vlivu cvičení tai-či na svalovou sílu dolních končetin, hustotu kostních minerálů a rovnovážnou funkci starších žen bylo vybráno 105 městských starších žen, které se v každodenním životě nedostatečně hýbou. Byly náhodně rozděleny do 3 skupin. Na skupinu 1 chůze, skupinu 2 tanec a skupinu 3 tai-či. Všechny ženy ve skupinách prováděly výše uvedené cvičení po dobu 40 minut denně. V době výběru a po 4, 8 a 12 měsících po cvičení se zjišťovala a porovnávala hmotnost kosterního svalstva, dolních končetin, svalová síla dolních končetin, hustota kostního minerálu a rovnovážné funkce. Po 4 měsících cvičení se většina studijních ukazatelů v kontrolní skupině č. 1 a skupině č.2 významně zlepšila. Zatímco většina studijních ukazatelů ve sledované skupině č.3 nevykazuje žádný významný rozdíl ve srovnání s těmi v době výběru a jejich celkový efekt zlepšení je o něco nižší než u skupiny č.1 a 2. Po 8 měsících se příslušné studijní indexy osob ve třech skupinách významně zlepšují ve srovnání s těmi v době výběru, zejména efekt u pozorovací skupiny č.3 je zřetelnější a je lepší než u kontrolní skupiny č.1 a č.2. O 12 měsíců později je účinek pozorovací skupiny č.3 den ode dne významně lepší ve srovnání s těmi v kontrolní skupině č.1 a 2. V porovnání s tancem a chůzí není krátkodobý účinek cvičení tai-či zřejmý, avšak po prodloužení doby cvičení, tj. nepřetržitého cvičení po dobu 8 měsíců nebo dokonce nad 12 měsíců, je výhoda tai-či stále výraznější. Ze studie vyplývá, že jako kondiční cvičení je tai-či vhodné spíše pro dlouhodobé cvičení a jeho krátkodobý efekt není zřejmý (Qing-Hua Song et al, 2014, s. 1569-1576).

Wang et al. zkoumali, zda je zjednodušený trénink tai-či proti odporu lepší než tradiční tai-či při zpomalování úbytku kostní hmoty u žen po menopauze. Studie zahrnovala 119 žen po menopauze ve věku 52-65let. Účastnice byly náhodně zařazeny do tradičního programu tai-či (dále jen TTC), zjednodušeného programu odporového tréninku tai-či (dále jen TCRT) nebo do prázdné kontrolní skupiny (běžná aktivita). TTC zahrnovala tradiční styl jang tai-či.

Cvičily 4x týdně po dobu 60.minut. Účastníci cvičení TCRT cvičili zjednodušený trénink s odporem v tai-či 4x týdně po dobu 60.minut. Po 12.měsících proběhla kontrola výsledků. U slepé kontrolní skupiny byla hustota obratlů L2-L4 významně nižší než u výchozí hodnoty. Ve skupinách TCRT i TTC byla hustota L2-L4 srovnatelná s výchozí hodnotou. Ve skupině TCRT byl zaznamenán trend k menšímu úbytku kostní hmoty než ve skupině TTC. Zdá se, že mezi oběma programy má výhodu zjednodušený odporový program. Zjednodušený program odporového tréninku tai-či může být alternativou pro cvičence s omezenými dovednostmi a pohyblivostí (Wang et al., 2015, s.1-2).

Show et al. se zabývali důkazy o účinku tai-či na hustotu kostního minerálu a jeho potenciál pro prevenci osteoporózy. Pět studií prokázalo statisticky významné zlepšení BMD po tai-či, tři studie prokázaly nevýznamné rozdíly mezi skupinami a jedna studie neposkytla žádné statistické vyhodnocení výsledků. (Studie s nevýznamnými výsledky probíhaly v kratším časovém intervalu). Tai-či má příznivý vliv na BMD a může být nákladově efektivním a preventivním opatřením osteoporózy. Tento příznivý účinek je lépe pozorovatelný při dlouhodobém praktikování (Show et al., 2018, s. 74).

Metody duševního zdraví, jako je jóga a pilates, jsou cvičební metody, které se doporučují pro zlepšení zdraví kostí, protože zahrnují rovnovážné polohy, které mají snížit riziko pádu a také posilování svalů, které vyvolává zlepšení BDM (Fernández-Rodríguez et al., 2015, s.3). Účelem této studie bylo porovnat účinky cvičení vibrací celého těla a Pilates na BMD u postmenopauzálních žen. 51 žen bylo rozděleno do 3 skupin. A to do skupin vibrace, pilates a kontrolní skupinu. Skupina vibrace a pilates měla lepší výsledek BDM bederní páteře a trochanteru než kontrolní skupina. U obou skupin byl účinek stejný. (De Oliveira et al., 2019, s.1-2).

Jiná studie porovnává změny ve složení těla po cvičení Mat Pilates u postmenopauzálních sedavých žen. Po 9měsíčním cvičebním programu, který se skládal ze 2 sezení týdně po 60 minutách, bylo pozorováno významné zvýšení svalové hmoty trupu, břicha a paží. Kostní minerální hustota bederní páteře (L2, L3 a L4) se také významně zvýšila. Výsledky naznačují, že praxe Mat Pilates u postmenopauzálních žen zlepšuje jejich složení těla (Aguado-Henche et al., 2017, s.1).

4 Shrnutí teoretických východisek, jejich význam a limitace dohledaných poznatků

Alternativní metody, které lze využít v prevenci osteoporózy, jsou mezi ženami vyhledávané. Z dohledaných poznatků vyplývá, že jejich velkou výhodou je minimální výskyt vedlejších či nežádoucích účinků v porovnání s medikamentózními preparáty, které ženám mohou působit různé potíže.

Za limitaci lze považovat jazykovou bariéru, kvůli které byly dohledány články pouze v anglickém jazyce. Nebyl dohledán žádný český článek. Většina autorů se shoduje, že k lepšímu pochopení dané problematiky jsou zapotřebí nové a podrobnější výzkumy. I přes zmíněné bariéry bylo při tvorbě bakalářské práce dosaženo závěrů, že alternativní metody prokazují pozitivní vliv v prevenci osteoporózy. Těchto benefitů by se dalo využít například v praxi porodní asistentky, která může alternativní metody nabízet klientkám.

Závěr

Pro tvorbu přehledové bakalářské práce bylo zvoleno téma klimakterium a osteoporóza. Téma, které se dotkne všech žen v určitém věku. Osteoporóza je onemocnění způsobující postupný úbytek kostní tkáně, a snížení kvality kostí. Ty se stávají křehčími, a tedy náchylnějšími ke zlomeninám. Podle studií je výhodnější se prevencí zabývat před obdobím klimakteria, nejlépe už v mládí, aby se předešlo problémům spojeným s osteoporózou.

První cíl bakalářské práce předkládá nejnovější dohledané poznatky o prevence osteoporózy pomocí výživy, bylin a potravinových doplňků. Použité studie a odborná literatura uvádí, že riziko osteoporózy lze ovlivnit suplementací vitamínů a minerálů, z nichž nejvýrazněji pomáhají vápník a vitamín D. Zároveň je možné osteoporózu pozitivně ovlivnit stravovacími návyky, zejména příjmem dostatečného množství kvalitních bílkovin, konzumací vlákniny, ovoce, zeleniny, omega-3 mastnými kyselinami, a naopak omezením příjmu soli, cukru a zpracovaných potravinových přísad. Mezi významné metody lze zařadit i tradiční čínskou medicínu, která svými metodami upravuje zdraví celostně.

Ve druhém cíli přehledové bakalářské práce jsou uvedeny nejnovější dohledané poznatky v prevence osteoporózy pomocí pohybové aktivity. Fyzická aktivita by měla být prováděna již v nejútlejším věku, protože zvyšuje pevnost kostí, která se pak s přibývajícím věkem lépe zachovává. U žen v období klimakteria vychází cvičení tai-či jako velmi dobrá prevence, která podporuje svalovou sílu dolních končetin, hustotu kostních minerálů a rovnovážnou funkci. Sportování může být pro ženy s nízkou BMD obtížné kvůli obavám ze zranění, pádu anebo zlomeniny, ale studie ukazují, že přínosy sportu převažují nad riziky. Fyzická aktivita pomáhá budovat a udržovat pevnost kostí a svalů, a zlepšuje rovnováhu a koordinaci pohybů.

Ze závěrů studií lze říci, že většina alternativních metod má pozitivní vliv v prevenci osteoporózy.

Referenční seznam

AGUADO-HENCHE, S., C. CLEMENTE DE ARRIBA a R. RODRÍGUEZ-TORRES, 2017. Pilates Mat y composición corporal de mujeres posmenopáusicas. Estudio densitométrico / Pilates Mat and Body Composition of Postmenopausal Women. Densitometric Study. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. 67(2017). ISSN 15770354. Dostupné z: doi:10.15366/rimcafd2017.67.007

Asli Kalkim, Safak Daghan, Ece Ercan a Sengul Ibcı, 2018. Use of Complementary and Alternative Medicine by Osteoporosis and Osteopenia Patients. International Journal of Caring Sciences. 11(3), 1546-1557.

BENEDETTI, Maria Grazia, Giulia FURLINI, Alessandro ZATI a Giulia LETIZIA MAURO, 2018. The Effectiveness of Physical Exercise on Bone Density in Osteoporotic Patients. BioMed Research International. 2018, 1-10. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2018/4840531

BONACCORSI, Gloria, Isabella PIVA, Pantaleo GRECO a Carlo CERVELLATI, 2018. Oxidative stress as a possible pathogenic cofactor of post-menopausal osteoporosis: Existing evidence in support of the axis oestrogen deficiency-redox imbalance-bone loss. Indian Journal of Medical Research. 147(4). ISSN 0971-5916. Dostupné z: doi: 10.4103/ijmr.IJMR_524_18

BURT, Lauren A., Emma O. BILLINGTON, Marianne S. ROSE, Duncan A. RAYMOND, David A. HANLEY a Steven K. BOYD, 2019. Effect of High-Dose Vitamin D Supplementation on Volumetric Bone Density and Bone Strength. JAMA. 322(8). ISSN 0098-7484. Dostupné z: doi:10.1001/jama.2019.11889

DE OLIVEIRA, Laís Campos, Raphael Gonçalves DE OLIVEIRA a Deise Aparecida DE ALMEIDA PIRES-OLIVEIRA, 2019. Effects of Whole-Body Vibration Versus Pilates Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Randomized and Controlled Clinical Trial. Journal of Geriatric Physical Therapy. 42(2), E23-E31. ISSN 1539-8412. Dostupné z: doi:10.1519/JPT.000000000000184

E. HASSAN, Nayera, Sahar A. EL-MASR, Rokia A. EL BANN, et al., 2020. Bone Health and its Relation to Energy Intake, Fat Mass and its Distribution. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 23(8), 1075-1085. ISSN 10288880. Dostupné z: doi:10.3923/pjbs.2020.1075.1085

FATAHI, Somaye, Nazli NAMAZI, Bagher LARIJANI a Leila AZADBAKHT, 2018. The Association of Dietary and Urinary Sodium With Bone Mineral Density and Risk of Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American College of Nutrition*. 37(6), 522-532. ISSN 0731-5724. Dostupné z: doi:10.1080/07315724.2018.1431161

FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Rubén, Celia ALVAREZ-BUENO, Sara REINAGUTIÉRREZ, Ana TORRES-COSTOSO, Sergio NUÑEZ DE ARENAS-ARROYO, Vicente MARTÍNEZ-VIZCAÍNO a Jose M. MORAN, 2021. Effectiveness of Pilates and Yoga to improve bone density in adult women: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*. 16(5). ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0251391

HA, Jinwoo, Seong-Ah KIM, Kyungjoon LIM a Sangah SHIN, 2020. The association of potassium intake with bone mineral density and the prevalence of osteoporosis among older Korean adults. *Nutrition Research and Practice*. 14(1). ISSN 1976-1457. Dostupné z: doi:10.4162/nrp.2020.14.1.55

HUAI, Ying, Wen-juan ZHANG, Wei WANG, et al., 2021. Systems pharmacology dissection of action mechanisms for herbs in osteoporosis treatment. *Chinese Herbal Medicines*. 13(3), 313-331. ISSN 16746384. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chmed.2021.06.001

CHADHA, Manoj, Ram CHADDHA, Hema DIVAKAR, Hemant KALYAN, Shobhit SETH a Poonam SHAH, 2022. Osteoporosis: Epidemiology, Pathogenesis, Evaluation and Treatment. *Open Journal of Orthopedics*. 12(04), 153-182. ISSN 2164-3008. Dostupné z: doi:10.4236/ojo.2022.124016

CHOW, Tsz Ho, Bo Yee LEE, Adrian Bing Fung ANG, Veronica Yi Ki CHEUNG, Michelle Man Ching HO a Saori TAKEMURA, 2018. The effect of Chinese martial arts Tai Chi Chuan on prevention of osteoporosis: A systematic review. *Journal of Orthopaedic Translation*. 12, 74-84. ISSN 2214031X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jot.2017.06.001

INSTITUTE OF MEDICINE (US), 2005. Complementary and Alternative Medicine in the United States: Committee on the Use of Complementary and Alternative Medicine by the American Public. [online]. Washington: The national academies press [cit. 2023-04-07]. ISBN 0-309-09270-1. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK83799/pdf/Bookshelf_NBK83799.pdf

KHOSLA, Sundeep a Lorenz C HOFBAUER, 2017. Osteoporosis treatment: recent developments and ongoing challenges. 5(11), 898-907. ISSN 22138587. Dostupné z: doi:10.1016/S2213-8587(17)30188-2

KIM, Jinhee, Yunhwan LEE, Seunghee KYE, Yoon-Sok CHUNG, Jae-Hyun KIM, Doukyoung CHON a Kyung Eun LEE, 2017. Diet quality and osteosarcopenic obesity in community-dwelling adults 50 years and older. *Maturitas*. 104, 73-79. ISSN 03785122. Dostupné z: doi: 10.1016/j.maturitas.2017.08.007

KWON, S.-J., Y.-C. HA a Y. PARK, 2017. High dietary sodium intake is associated with low bone mass in postmenopausal women: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008–2011. *Osteoporosis International*. 28(4), 1445-1452. ISSN 0937-941X. Dostupné z: doi:10.1007/s00198-017-3904-8

Liu H, Huang H, Li B, Wu D, Wang F, Zheng X, Chen Q a Wu B, 2014. Olive oil in the prevention and treatment of osteoporosis after artificial menopause. *Clinical Interventions in Aging*. 9, 2087—2095. Dostupné z: doi:10.2147/CIA.S72006

MAZOCCO, Letícia a Patrícia CHAGAS, 2017. Associação entre o índice de massa corporal e osteoporose em mulheres da região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Reumatologia*. 57(4), 299-305. ISSN 04825004. Dostupné z: doi:10.1016/j.rbr.2016.07.009

PARK, Ju-Yeon, Sun-Dong PARK, Young Jun KOH, Dong-Il KIM a Ju-Hee LEE, 2019. Aqueous extract of *Dipsacus asperoides* suppresses lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses by inhibiting the ERK1/2 signaling pathway in RAW 264.7 macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*. 231, 253-261. ISSN 03788741. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jep.2018.11.010

PINHEIRO, Marina B., Juliana OLIVEIRA, Adrian BAUMAN, Nicola FAIRHALL, Wing KWOK a Catherine SHERRINGTON, 2020. Evidence on physical activity and osteoporosis prevention for people aged 65 years: a systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 17(1). ISSN 1479-5868. Dostupné z: doi:10.1186/s12966-020-01040-4

POLZONETTI, Valeria, Stefania PUCCIARELLI, Silvia VINCENZETTI a Paolo POLIDORI, 2020. Dietary Intake of Vitamin D from Dairy Products Reduces the Risk of Osteoporosis. *Nutrients*. 12(6). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu12061743

QING-HUA SONG, QUAN-HAI ZHANG, RONG-MEI XU, MING MA XIN, PING ZHAO, GUO-QING SHEN, YAN-HUA GUO a YI-WANG, 2014. Effect of Tai-chi exercise on lower limb muscle strength, bone mineral density and balance function of elderly women. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 7(6), 1569-1576. ISSN 1940-5901.

RAJPUT, Richa, Sarika WAIRKAR a Ram GAUD, 2018. Nutraceuticals for better management of osteoporosis: An overview. *Journal of Functional Foods*. 47, 480-490. ISSN 17564646. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jff.2018.06.013

REYES-GARCIA, Rebeca, Nicolas MENDOZA, Santiago PALACIOS, et al., 2018. Effects of Daily Intake of Calcium and Vitamin D-Enriched Milk in Healthy Postmenopausal Women: A Randomized, Controlled, Double-Blind Nutritional Study. *Journal of Women's Health*. 27(5), 561-568. ISSN 1540-9996. Dostupné z: doi:10.1089/jwh.2017.6655

RIYA, Mehta, 2022. Nutritional interventions of osteoporosis. *The Pharma Innovation Journal* 2022. 2022(11(6), 1596-1608.

RONCERO-MARTÍN, Raul, Ignacio ALIAGA VERA, Luis MORENO-CORRAL, Jose MORAN, Jesus LAVADO-GARCIA, Juan PEDRERA-ZAMORANO a Maria PEDRERA-CANAL, 2018. Olive Oil Consumption and Bone Microarchitecture in Spanish Women. *Nutrients*. 10(8). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu10080968

RONDANELLI, Mariangela, Milena Anna FALIVA, Gaetan Claude BARRILE, et al., 2022. Nutrition, Physical Activity, and Dietary Supplementation to Prevent Bone Mineral Density Loss: A Food Pyramid. *Nutrients*. 14(1). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu14010074

SHAHNAZARI, Banafsheh, Jamileh MOGHIMI, Majid FOROUTAN, Majid MIRMOHAMMADKHANI a Amir GHORBANI, 2019. Comparison of the effect of vitamin D on osteoporosis and osteoporotic patients with healthy individuals referred to the Bone Density Measurement Center. *Biomolecular Concepts*. 10(1), 44-50. ISSN 1868-503X. Dostupné z: doi:10.1515/bmc-2019-0005

SAHNI, Shivani, Kelsey M. MANGANO, Robert R. MCLEAN, Marian T. HANNAN a Douglas P. KIEL, 2015. Dietary Approaches for Bone Health: Lessons from the Framingham Osteoporosis Study. *Current Osteoporosis Reports*. 13(4), 245-255. ISSN 1544-1873. Dostupné z: doi:10.1007/s11914-015-0272-1

SILVA, Thais R., Karen OPPERMANN, Fernando M. REIS a Poli Mara SPRITZER, 2021. Nutrition in Menopausal Women: A Narrative Review. *Nutrients*. 13(7). ISSN 2072-6643. Dostupné z: doi:10.3390/nu13072149

SILVA, Ana Carolina Veiga, Maria Inês DA ROSA, Bruna FERNANDES, Suéli LUMERTZ, Rafaela Maria DINIZ a Maria Eduarda Fernandes DOS REIS DAMIANI, 2015. Factors associated with osteopenia and osteoporosis in women undergoing bone mineral density test. *Revista Brasileira de Reumatologia (English Edition)*. 55(3), 223-228. ISSN 22555021. Dostupné z: doi:10.1016/j.rbre.2014.08.011

Sona Kolke, Priyanka Y Panchal, Nilima S Bedekar, Parag K Sancheti a Ashok Shyam, 2016. Effects of Yogasanas on osteoporosis in postmenopausal women. *Ijoy International Journal of Yoga*. 9(1), 44-48. Dostupné z: doi: in/text.asp?2016/9/1/44/171717

TANG, Sijia, Yang DU, Chorong OH a Jaekyung NO, 2020. Effects of Soy Foods in Postmenopausal Women: A Focus on Osteosarcopenia and Obesity. 29(3), 180-187. ISSN 2508-6235. Dostupné z: doi:10.7570/jomes20006

TATSUMI, Yukako, Aya HIGASHIYAMA, Yoshimi KUBOTA, et al., 2016. Underweight Young Women Without Later Weight Gain Are at High Risk for Osteopenia After Midlife: The KOBE Study. *Journal of Epidemiology*. 26(11), 572-578. ISSN 0917-5040. Dostupné z: doi:10.2188/jea.JE20150267

TROY, Karen, Megan MANCUSO, Tiffany BUTLER a Joshua JOHNSON, 2018. Exercise Early and Often: Effects of Physical Activity and Exercise on Women's Bone Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(5). ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph15050878

VERONESE, Nicola, Brendon STUBBS, Marco SOLMI, Marianna NOALE, Alberto VAONA, Jacopo DEMURTAS a Stefania MAGGI, 2017. Dietary magnesium intake and fracture risk: data from a large prospective study. *British Journal of Nutrition*. 117(11), 1570-1576. ISSN 0007-1145. Dostupné z: doi:10.1017/S0007114517001350

WANG, Huiru, Bo YU, Wenhua CHEN, Yingzhi LU a Dinghai YU, 2015. Simplified Tai Chi Resistance Training versus Traditional Tai Chi in Slowing Bone Loss in Postmenopausal Women. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015, 1-6. ISSN 1741427X. Dostupné z: doi:10.1155/2015/379451

WASILEWSKI, Grzegorz B., Marc G. VERVLOET a Leon J. SCHURGERS, 2019. The Bone—Vasculature Axis: Calcium Supplementation and the Role of Vitamin K. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 6. ISSN 2297055X. Dostupné z: doi:10.3389/fcvm.2019.00006

WAWRZYNIAK, Natalia a Joanna SULIBURSKA, 2021. Nutritional and health factors affecting the bioavailability of calcium: a narrative review. *Nutrition Reviews*. 79(12), 1307-1320. ISSN 0029-6643. Dostupné z: doi:10.1093/nutrit/nuaa138

ZHAO, Bing-jie, Jing WANG, Jie SONG, et al., 2016. Beneficial Effects of a Flavonoid Fraction of *Herba Epimedii* on Bone Metabolism in Ovariectomized Rats. *Planta Medica*. 82(04), 322-329. ISSN 0032-0943. Dostupné z: doi:10.1055/s-0035-1558294

ZHOU, Tongxi, Zhuo GAI, Xing GAO, Li LI a Yang GAO, 2021. The Potential Mechanism of Exercise Combined with Natural Extracts to Prevent and Treat Postmenopausal Osteoporosis. Journal of Healthcare Engineering. 2021, 1-9. ISSN 2040-2309. Dostupné z: doi:10.1155/2021/2852661

Seznam zkratk

BMD	Hustota kostních minerálů
BMI	Index tělesné hmotnosti
BW	Tělesná hmotnost
CAM	Doplňková a alternativní medicína
DXA	Denzitometrické vyšetření skeletu
pQCT	Periferní počítačová tomografie s vysokým rozlišením
Mg	Hořčík
PTH	Parathormon
TCC	Tai-či
TCIM	Tradiční, doplňková a integrativní medicína
TCM	Tradiční čínská medicína