

Výživa a její role v primární prevenci osteoporózy

Matej Kohutiar¹, Monika Bartolomějová², Magdaléna Fořtová^{1,3}, Eva Klapková¹, Jana Čepová¹

¹Ústav lékařské chemie a klinické biochemie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

²Psychiatrická klinika 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice, Praha

³Oddělení klinické biochemie, hematologie a imunologie, Nemocnice Na Homolce, Praha

Osteoporóza je chronické metabolické onemocnění kostí, které vzniká důsledkem nerovnováhy mezi kostní novotvorbou a resorpcí. Kostní remodelace je dynamický proces ovlivněný genetickými faktory, výživou a pohybovou aktivitou. Vápník, fosfor a vitamin D jsou ústředními nutričními faktory v prevenci a léčbě osteoporózy, ale vzhledem ke složitosti kostní tkáně je nezbytné zohlednit i další nutrienty. Článek shrnuje význam jednotlivých živin, diskutuje rizika spojená s nevhodnými stravovacími návyky, rostoucí spotřebou průmyslově zpracovaných potravin a zdůrazňuje význam celkového životního stylu v prevenci osteoporózy. Přehled poskytuje ucelený obraz na význam jednotlivých živin v primární prevenci osteoporózy s ohledem na aktuální trendy a nabízí praktická doporučení pro podporu zdraví kostí.

Klíčová slova: kostní metabolismus, malnutrice, mikronutrienty, minerální látky, osteoporóza, prevence, vitamin D, výživa.

Nutrition and its role in the primary prevention of osteoporosis

Osteoporosis is a chronic metabolic bone disease that results from an imbalance between bone formation and resorption. Bone remodeling is a dynamic process influenced by genetic factors, nutrition and physical activity. Calcium, phosphorus, and vitamin D are key nutritional factors in the prevention and treatment of osteoporosis, but due to the complexity of bone tissue, other nutrients must also be considered. This article summarizes the importance of each nutrient, discusses the risks associated with inappropriate dietary habits, increasing consumption of ultra-processed foods and emphasizes the importance of overall lifestyle in the prevention of osteoporosis. This review offers a comprehensive view of the role of individual nutrients in the primary prevention of osteoporosis in the context of current trends and provides practical recommendations for maintaining bone health.

Key words: bone metabolism, malnutrition, micronutrients, minerals, nutrition, osteoporosis, prevention, vitamin D, nutrition.

Úvod

Kost je metabolicky aktivní orgán, který prochází neustálou přestavbou a obnovou. Metabolismus kostní tkáně je ovlivňován hormonálními, mechanickými a nutričními faktory. Jedno z nejvýznamnějších onemocnění spojených s úbytkem kostní hmoty a změnami v její struktuře je osteoporóza, která vede ke zvýšení křehkosti kostí, jejichž komplikace mohou mít vážné zdravotní následky, včetně zvýšené mortality. Mezi rizikové faktory patří genetická predispozice, vyšší věk, ženské pohlaví, nedostatek fyzické aktivity, nevhodná strava, kouření a nadměrná konzumace alkoholických nápojů. Dostatečný přísun živin

je nezbytný pro udržení optimální funkce a fyziologii kostí. Průměrná prevalence osteoporózy v Evropě byla v roce 2019 5,6 %, přičemž existují výrazné rozdíly mezi zeměmi v přístupu k diagnostice, léčbě a prevenci osteoporotických zlomenin. V České republice dosahovala prevalence osteoporózy 5 %, zatímco incidence osteoporotických zlomenin byla odhadována na 2,2 % (1). Osteoporóza je často asymptomatická až do první zlomeniny kosti, což ztěžuje její včasnou diagnózu. Prevence primární osteoporózy začíná již v mladém věku, kdy se organismus vyvíjí, přičemž maximálního množství kostní hmoty je dosaženo mezi 20. a 30. rokem života (2).

MUDr. Bc. Matej Kohutiar, Ph.D.

Ústav lékařské chemie a klinické biochemie 2. LF UK a FN Motol
matej.kohutiar@gmail.com

Cit. zkr: Vnitř Lék. 2025;71(1):E8-E13

Článek přijat redakcí: 26. 11. 2024

Článek přijat po recenzích: 6. 2. 2025

Kost je z 60 % tvořena kostními minerály a anorganickými ionty. Přibližně 30 % hmotnosti kosti připadá na organickou složku a zbylých 10 % tvoří voda (3). Kostní remodelace zahrnuje spolupráci všech kostních buněk, přičemž hlavní roli hraje chemická komunikace mezi osteoblasty a osteoklasty. Vzhledem k chemické složitosti kostní tkáně není možné omezit význam nutričních faktorů pouze na vápník, fosfor a vitamin D; je nutné zohlednit všechny živiny. S rostoucí tendencí konzumace potravin s nižší nutriční hodnotou (konvenientní potraviny) nebo jednostranně zaměřenou stravou se riziko nedostatku důležitých nutrientů v průběhu času zvyšuje. Metabolismus kostí závisí na následujících klíčových živinách: vápník, fosfor, hořčík, měď, zinek, selen, mangan, vitaminy A, C, D, K, vitaminy skupiny B, bílkoviny a polynenasycené mastné kyseliny (4). Tabulka 1 shrnuje referenční hodnoty příjmu pro dospělé (RHP), zdroje a praktické poznámky týkající se diskutovaných

živin. Úplný seznam schválených forem minerálních látek a vitaminů, které lze používat v doplňcích stravy, je uveden v Nařízení Komise (ES) č. 1170/2009 (5). Informace o formách minerálních látek a vitaminů v registrovaných léčivých přípravcích vycházejí z údajů databáze Státního ústavu pro kontrolu léčiv (6).

Vápník a fosfor

Zdroje vápníku můžeme rozdělit na živočišné a rostlinné, přičemž živočišné vykazují vyšší biologickou dostupnost. Biologická dostupnost vápníku z rostlinných zdrojů je často snižována přirozeně se vyskytujícími antinutrienty, jako je kyselina šťavelová (např. ve špenátu, máku, rebarboře a červené řepě) a fytáty v celozrnných obilovinách. Při pestré a vyvážené stravě však riziko deficitu vápníku způsobené těmito antinutrienty není významné, ačkoli určité riziko existuje u veganů (7).

Tab. 1. Přehled, referenční hodnoty příjmu (RHP), zdroje a praktické poznámky týkající se vybraných nutrientů

Nutrient	RHP*	Zdroj*	Poznámky
Bílkoviny	0,8 g/kg	maso, mléčné výrobky, vejce, ryby, luštěniny	Denní příjem bílkovin závisí na mnoha faktorech a kolísá mezi 0,8–2 g/kg. Vzájemnou kombinací rostlinných zdrojů bílkovin lze zvýšit biologickou hodnotu, např. obiloviny lze kombinovat s luštěninami. Během nemoci potřeba proteinů stoupá (8, 31).
Polyenové mastné kyseliny	1,0–1,5 g	ryby, sardinky, mořské plody, mořské řasy, lněný a řepkový olej, chia semínka, vlašské ořechy	Polyenové mastné kyseliny řady n–3 lze v dostatečném množství přijímat pouze z potravy nebo doplňků. Příjem je doporučován v rámci prevence kardiovaskulárních onemocnění a podpory kognitivních funkcí. Mastné kyseliny řady n–3 vykazují protizánětlivé působení (8, 31).
Minerální látky			
Vápník	1000–1200 mg	mléko, mléčné výrobky, sardinky, brokolice, minerální vody, mák	Vstřebatelnost z živočišných zdrojů (mléčné výrobky) je vyšší. Nadměrný příjem vlákniny vstřebatelnost vápníku snižuje. Platí také pro další kovové prvky (8, 31).
Fosfor	700 mg	maso, ryby, vejce, ořechy, luštěniny, celozrnné výrobky	Nutriční deficity se prakticky nevyskytují. Problematickým zdrojem je pečivo, nápoje s kyselinou fosforečnou a fosforečnany v podobě přídatných látek (8, 31).
Hořčík	300–400 mg	listová zelenina, celozrnné výrobky, minerální vody	Vstřebatelnost významně snižuje vyšší obsah tuků ve stravě, typicky jídla typu fastfood. Sérová koncentrace hořčíku není spolehlivým ukazatelem zásob v těle (12).
Zinek	7–10 mg	maso, semínka, celozrnné výrobky	Prvky podílející se na antioxidační obraně organismu. Preventivní suplementace může být prospěšná při jejich nízkém příjmu ze stravy. V případě suplementace volit doplňky s organicky vázaným kovovým iontem (citrát, glukonát, bisglycinát, malát). Platí také pro měď, selen a mangan (8, 31).
Měď	1–1,5 mg	játra, vejce, mořské plody, ořechy	Viz zinek.
Selen	60–70 µg	maso, vejce, ryby, mořské plody	Viz zinek. V České republice je příjem selenu obecně nízký (31).
Mangan	2–5 mg	ovesné vločky, celozrnné výrobky	Viz zinek.
Vitaminy			
Vitamin A	0,8–1 mg	játra, ryby, vejce, mléčné výrobky	Pozor na suplementaci u těhotných (teratogenita). Provitaminy A (betakaroteny) jsou přítomné v oranžové, žluté a červené zelenině a ovoci (8, 23).
Vitamin B₉ (folát)	300 µg	zelenina, maso, vejce, mléčné výrobky, luštěniny, celozrnné výrobky	Vitaminy skupiny B se podílejí na metabolismu sacharidů, lipidů a bílkovin. Významná je jejich role v metylačních procesech a v metabolismu sirných a větvených aminokyselin (8).
Vitamin B₁₂	3 µg	maso, játra, vejce, fermentované potraviny, kyselé zelí, nori	Nedostatek vitaminu B ₁₂ je rizikem u veganů a často vyžaduje suplementaci. Doplnění vitaminů B ₁₂ a B ₉ pomáhá udržet nižší hladinu homocysteinu (8, 29).
Vitamin C	95–110 mg	paprika, kiwi, brokolice, ovoce a zelenina obecně	Nestabilní vitamin. Světlo, teplo a kontakt s kovy vede k významným ztrátám vitaminu (8).
Vitamin D	800 IU	tučné ryby, vejce, mléčné výrobky, houby	Pro optimální hladiny je doporučovaný denní příjem 800–2000 IU, v případě obézních pacientů až 4000 IU denně (18). V doplňcích se vyskytuje ve formě vitaminu D ₂ a/nebo D ₃ .
Vitamin K	60–80 mg	K ₁ : špenát, brokolice, salát, růžičková kapusta; K ₂ : natto, maso, mléčné výrobky, vejce	Důležitý pro funkci vitamin K-dependentních proteinů, prevence ukládání vápníku do měkkých tkání. V doplňcích stravy často v kombinaci K ₂ a D ₃ (20, 21).

*podle DACH (8)

Fosfor je obsažen téměř ve všech potravinách a jeho nutriční nedostatek se při perorálním příjmu prakticky nevyskytuje (8). Nadměrný příjem fosfátů z vysoce průmyslově zpracovaných potravin ale může být problematický. Fosfáty se často používají jako přídatné látky, např. v tavených sýrech, pečivu, masných výrobcích, uzeninách a nápojích kolového typu.

RHP vápníku se pohybuje mezi 1 000–1 200 mg denně, avšak toto množství je třeba přizpůsobit individuálním potřebám a stavu jedince. Příjem 200–250 mg vápníku lze dosáhnout například konzumací 200 ml mléka, 30 g sýra, 150 ml jogurtu, 60 g sardinek, 500 g listové zeleniny, 200 g ořechů, 600 g pomerančů nebo 20 g máku. Na trhu jsou registrované léčivé přípravky s vápníkem ve formě uhličitanu. Kromě nich existují i doplňky stravy, které mohou obsahovat vápník v různých formách, například uhličitan, citrát, laktát nebo glukonát. Biologická dostupnost těchto forem závisí na věku, pohlaví a zdravotním stavu. U starších osob nebo při snížené produkci žaludečních kyselin se může citrát vápenatý vstřebávat lépe než uhličitan, i když některé studie uvádějí jejich srovnatelnou využitelnost (6, 9, 10). Hodnocení příjmu vápníku je důležité u veganů a osob, které nemohou (alergie, laktózová intolerance) nebo odmítají konzumovat mléčné výrobky, protože je obtížné najít jiný zdroj vápníku, který by byl organismem stejně dobře využitelný (8).

Hořčík

Hořčík je všudypřítomný prvek, přičemž jeho většina je uložena v kostech. Hořečnatý iont působí jako kofaktor pro více než 300 enzymů zapojených do metabolismu prakticky všech živin. Nedostatek hořčíku ovlivňuje aktivitu osteoklastů, osteoblastů, parathormonu, vitaminu D, reguluje zánět a oxidační stres (11). Sérová koncentrace hořčíku není spolehlivým ukazatelem zásob v těle, protože pouze 1 % celkového hořčíku se nachází v séru. Podle odhadů trpí nedostatkem hořčíku až třetina populace v rozvinutých zemích. Biologická dostupnost hořčíku z potravin se liší a je výrazně snižována konzumací potravin s vysokým obsahem tuků, typicky fast foodu (12).

Mezi hlavní zdroje hořčíku patří zelená listová zelenina, protože hořčík je součástí chlorofylu, dále luštěniny a celozrnné obiloviny a výrobky z nich. V živočišných produktech je jeho obsah nižší. Pro doplnění hořčíku mohou sloužit doplňky stravy. Na trhu jsou registrované léčivé přípravky obsahující hořčík ve formě laktátu, orotátu, oxidu nebo uhličitanu. Dále existují doplňky stravy, které nabízejí hořčík v dalších formách, například citrát, glukonát či bisglycinát. Typ použité soli přitom zásadně ovlivňuje vstřebatelnost hořčíku – anorganické soli (oxid, chlorid) se vstřebávají hůře než organické formy (citrát, glukonát, bisglycinát) (6, 13, 14).

Vitamin D

Vitamin D je společný název pro skupinu v tukách rozpustných sekosteroidů, z nichž nejvýznamnější jsou vitamin D₃ (cholecalciferol) a vitamin D₂ (ergocalciferol). Vitamin D, kromě regulace homeostázy vápníku, hraje roli v řadě biochemických procesů (15). Endogenním zdrojem vitaminu D je kůže, kde působením UV B záření dochází ke konverzi 7-dehydrocholesterolu na cholecalciferol, který je postupně

v játrech a ledvinách hydroxylován na aktivní kalcitriol. Nerovnováha způsobená nadbytkem nebo nedostatkem vitaminu D má negativní dopady na metabolismus kostí. Vitamin D rovněž moduluje funkce imunitního systému, zkoumá se jeho vztah k autoimunitním chorobám, jako jsou roztroušená skleróza, revmatoidní artritida, nespecifické střevní záněty a diabetes 1. typu (16). Až 78–89 % celkového příjmu vitaminu D (bez doplňků stravy) v běžné stravě české populace pochází z vajec, jemného pečiva, mléka a mléčných výrobků, margarínů, ryb a rybích produktů, masa a masných výrobků. V doplňcích stravy se vitamin D nachází pouze ve formě vitaminu D₂ a/nebo D₃. Dietární zdroje vitaminu D nejsou schopny pokrýt denní referenční hodnotu pro příjem u více než 95 % české populace ve věku 4 až 90 let (17). Pro dosažení optimálních sérových hladin doporučuje Společnost pro metabolická onemocnění skeletu ČLS JEP denní příjem vitaminu D v množství 800–2 000 IU, v případě obézních pacientů až 4 000 IU denně (18).

Při nedostatečné expozici slunečnímu záření může suplementace představovat významný zdroj tohoto vitaminu a u některých možná i jedinou cestu, jak dosáhnout optimálních hladin. Experimentální studie naznačují, že odezva na vitamin D je ovlivněna polymorfismem genů pro cytochromy P-450. To znamená, že jednotlivci mohou vykazovat nízkou, střední nebo vysokou odezvu na vitamin D, což je vzhledem ke komplexním metabolickým vlivům individuálně velmi důležité. Tato zjištění potvrzují potřebu personalizovaného přístupu k suplementaci (16). Na trhu najdeme registrované léčivé přípravky obsahující syntetický α-kalcidiol, cholecalciferol i ergocalciferol (6). Vedle nich jsou k dispozici doplňky stravy, které však obsahují pouze cholecalciferol nebo ergocalciferol. Biologická dostupnost vitaminu D se zvyšuje, pokud ho užíváme s jídlem bohatým na tuky, přičemž cholecalciferol je pro zvyšování sérových hladin vitaminu D účinnější (19).

Vitamin K

Vitamin K se přirozeně vyskytuje ve dvou hlavních formách: vitamin K₁ (fyllochinon) a vitamin K₂ (menachinon). Menachinony zahrnují skupinu více než 10 různých molekul, z nichž nejvýznamnější biologické účinky mají MK-4 a MK-7. Vitaminy K jsou syntetizované bakteriální mikroflórou, avšak jejich biologická aktivita je nižší. Liší se také tkáňovou distribucí, vitamin K₁ se více hromadí v játrech, zatímco vitaminy K₂ se nachází spíše extrahepaticky. Vitaminy se podílejí na karboxylaci kyseliny glutamové u vitamin K dependentních proteinů, díky čemuž vzniká specifické místo pro vazbu vápenatých iontů (koagulační faktory, osteocalcin, matrix Gla proteiny). Nedostatek vitaminu K₂, jak potvrzují nálezy u pacientů dlouhodobě léčených warfarinem (antagonista vitaminu K), může vést k tzv. kalciovému paradoxu, kdy dochází k ukládání vápenatých iontů do cévních stěn místo jejich zabudování do kostní hmoty (20, 21).

Vitamin K₂ můžeme nalézt také v doplňcích stravy společně s vitaminem D. V tomto případě je pak nutná obezřetnost ohledně dávkování. Denní potřeba vitaminu K₁ je kryta především konzumací zelených rostlin, např. špenát, zelí, růžičková kapusta. Vynikajícím zdrojem vitaminu K₂ jsou fermentované sójové boby (natto), dalšími zdroji jsou maso, vejce a mléčné výrobky. Vitamin K, stejně jako vitaminy A, D a E, je rozpustný v tucích, proto je důležité ho přijímat ve stravě společně s tuky (8).

Vitamin A

Vitamin A a jeho metabolické produkty působí jako ligandy pro transkripční faktory. Vitamin A ovlivňuje buněčné dělení a diferenciaci kostních buněk. Přestože nadbytek vitaminu A je spojován s úbytkem kostní hmoty, jeho role v tomto procesu zůstává stále nejasná (22). Biosyntéza vitaminu A je v organismu regulována na úrovni konverze z jeho provitaminů (karotenů), které se tak stávají jeho významným zdrojem v lidské výživě. Hlavním zdrojem vitaminu A jsou játra, nachází se v rybách, vejcích a mléčných produktech. Karoteny najdeme v oranžové, žluté a červené zelenině a ovoci, stejně jako v listové zelenině (8). Na trhu jsou dostupné jak registrované léčivé přípravky, tak doplňky stravy s obsahem retinolu či jeho esterů (6). Nadměrná suplementace vitaminu A může narušovat kostní metabolismus a vést k sekundární osteoporóze. V těhotenství navíc hrozí teratogenní účinky (23).

Vitamin C

Vitamin C je ve vodě rozpustná, nestabilní a na vnější podmínky citlivá molekula. Je nezbytný pro tvorbu funkčního kolagenu, protože se spolu s železem podílí na posttranslační hydroxylaci aminokyselin v řetězci. To zvyšuje stabilitu kolagenu, díky které získává své typické fyzikálně-chemické vlastnosti. Jednotlivé typy kolagenů se liší svými biologickými poločasy, a nedostatek vitaminu C se proto projevuje nenápadně a nespecifickými příznaky jako je např. pomalé hojení ran, krvácení dásní, petechie, poruchy imunitního systému a snížená odolnost vůči stresu (24). Plně rozvinutý deficit (kurděje) je u nás vzácností.

RHP vitaminu C se pohybuje mezi 95–110 mg denně, avšak je potřeba ji přizpůsobit individuálním potřebám a životnímu stylu jednotlivce (8). Zvýšené nároky na tento vitamin mají kuřáci, sportovci, osoby pod vlivem dlouhodobého stresu, starší lidé, ženy těhotné a kojící. Hladiny vitaminu C mohou být sníženy některými běžně užívanými léky, jako jsou hormonální antikoncepce, salicyláty nebo tetracyklinová antibiotika (25).

Vitaminy skupiny B

Vitaminy skupiny B se v různé míře podílejí na látkovém a energetickém metabolismu prakticky všech biomolekul. Z hlediska kostního metabolismu se diskutuje vztah mezi osteoporózou a homocysteinem, protože jeho metabolismus závisí na vitamínech B₉ a B₁₂. Jejich nedostatek může vést ke zvýšení hladiny homocysteinu, což se spojuje s vyšším rizikem osteoporózy (26).

Homocystein je neproteinogenní aminokyselina vznikající z metioninu schopna indukovat oxidační stres, zvyšovat aktivitu matrixových metaloproteináz a osteoklastogenezi (27, 28). Homocystein se zpětně mění na metionin za účasti metioninsyntázy, která je závislá na vitaminu B₁₂, přičemž do tohoto procesu je zapojen také vitamin B₉ (folát). V české populaci se vyskytuje vysoké procento nositelů mutací genu MTHFR (5-methylentetrahydrofolátreduktáza), což je jednou z nejčastějších příčin zvýšené hladiny homocysteinu. Podávání kyseliny listové významně zvyšuje aktivitu MTHFR a tím snižuje hyperhomocysteinemii u homo i heterozygotů, kteří tvoří až 50 % populace (29).

Vitaminy skupiny B najdeme jak v rostlinných, tak v živočišných produktech. Mezi rostlinné zdroje patří např. celozrnné obiloviny, luštěniny, listová zelenina. V živočišných produktech najdeme vitaminy skupiny B

v mase, vnitřnostech, vaječných žloutcích, mléku a mléčných výrobcích. Výjimku tvoří vitamin B₁₂, který je živočišného původu, proto představuje jeho nedostatek riziko především pro vegany (8). Na trhu se nabízejí registrované léčivé přípravky obsahující kyselinu listovou a kobalamin v základní formě (6). Vedle nich jsou k dispozici i doplňky stravy nabízející různé formy těchto vitaminů, například biologicky aktivní metylfolát, který nevyžaduje enzymovou přeměnu prostřednictvím MTHFR, a je proto vhodný pro jedince s mutací tohoto enzymu (30).

Stopové prvky

Zinek, měď, selen a mangan se podílejí na metabolismu extracelulární matrix a jsou součástí antioxidační obrany organismu. Všechny čtyři prvky jsou běžnou součástí doplňků stravy a mohou se v nich vyskytovat v různých formách. Mezi registrovanými léčivými přípravky najdeme zinek ve formě orotátu pro perorální a selen ve formě seleničtanu pro parenterální podání (6). Preventivní suplementace zinku a mědi může prospět při jejich nedostatečném příjmu ze stravy, nicméně nadměrný příjem zinku omezuje vstřebávání mědi ve střevě a může vést k jejímu sekundárnímu deficitu (31, 32). Vždy bychom se měli snažit o získání všech důležitých látek především z potravin, nebo v případě minerálních látek lze využít i minerální vody. Zinek najdeme v největším množství v červeném mase. Bohatým zdrojem jsou dýňová semínka a celozrnné obiloviny, přičemž jeho množství je v bílých moukách významně sníženo (8). Mangan najdeme např. v ovesných vločkách a celozrnných výrobcích. Obsah mědi v potravinách je většinou nízký, vyšší je v játrech, vejcích, obilovinách, luštěninách, ořechách, kávě, čaji, čokoládě a mořských plodech (8). Selen se vyskytuje v mase, vejcích, rybách a mořských plodech, bohatým zdrojem selenu jsou para ořechy. Nedostatkem selenu mohou být ohroženi vegani a osoby s idiopatickými střevní záněty, cystickou fibrózou, syndromem krátkého střeva a selháním ledvin. V České republice je příjem selenu obecně nízký, neboť se v místní půdě téměř nevyskytuje (8, 31, 33).

Polyenové mastné kyseliny řady n–3

Mezi polyenové mastné kyseliny řady n–3 patří kyselina α-linolenová, eikosapentaenová a dokosahexaenová. Slouží jako prekurzory biologicky aktivních molekul, které ovlivňují buněčnou komunikaci, funkci buněčných membrán a hladiny mediátorů zánětu. Pozorování naznačují, že mají pozitivní vliv na kostní metabolismus, zejména tím, že inhibují kostní resorpci u žen po menopauze (34). Podle průřezové studie NHANES byla zjištěna inverzní souvislost mezi příjmem n–3 mastných kyselin a rizikem osteoporózy, což naznačuje, že vyšší příjem těchto kyselin může hrát klíčovou roli v prevenci osteoporózy. Autoři však zdůrazňují nutnost dalších longitudinálních studií pro potvrzení výsledků a zpřesnění dietních doporučení (35). Pravidelný příjem n–3 mastných kyselin lze zajistit konzumací mořských ryb z chladných vod minimálně 2x týdně. Mezi další zdroje patří lněný olej, vlašské ořechy, nebo konopná semínka. Pokud pravidelná konzumace ryb není možná, má smysl i cílená suplementace. Je důležité také sledovat příjem n–6 mastných kyselin, které mají prozánětlivé účinky a často bývají v běžné stravě přítomny v nadměrném množství. Mastné kyseliny řady n–6 se nacházejí například ve slunečnicovém oleji, mase a masných výro-

cích nebo arašídách. Ořechové pomazánky (nesprávně označované jako máslo) často obsahují arašidy buď jako hlavní složku, nebo se do výrobků přidávají kvůli zvýšení obsahu bílkovin. Slunečnicový olej se hojně používá při výrobě smažených brambůrků, rybích konzerv a nakládaných sýrů (36). RHP n-3 mastných kyselin vyjádřena ve formě kyseliny α -linolenové je zhruba 0,5 % celkového denního energetického příjmu, tj. 1–1,5 g denně (8).

Bílkoviny

Bílkoviny poskytují stavební materiál pro tvorbu organické složky kostní tkáně. Nedostatek bílkovin a esenciálních aminokyselin ve stravě zpomaluje anabolické a reparační procesy. Vyšší příjem bílkovin je spojován s vyšší kostní hustotou, avšak je důležité dbát na jejich nutriční kvalitu. V případě vyvážené stravy se zastoupením živočišných zdrojů bílkovin není nutné sledovat zastoupení esenciálních aminokyselin. U veganů, kteří se zcela živočišným produktům vyhýbají, je třeba dbát na velkou rozmanitost a vzájemné kombinace rostlinných zdrojů bílkovin. RHP bílkovin je stanovena na 0,8 g/kg denně (8). Příjem bílkovin je individuální záležitostí a pro většinu populace je příjem mezi 0,8–1,5 g/kg zcela postačující (37). Během rekonvalescence nebo nemoci a v kritických stavech může být potřeba proteinů zvýšena až na 1,5–2,5 g/kg (38). Adekvátní příjem bílkovin je nevyhnutný pro metabolismus svalů, které spolu s opěrnou soustavou tvoří funkční celek. Studie publikovaná v roce 2018 sledovala vliv denní suplementace 5 g specifických kolagenových peptidů na mineralizaci kostí a související ukazatele u postmenopauzálních žen. Po 12 měsících se prokázalo výrazné zvýšení kostní hustoty a zlepšení sledovaných parametrů, což naznačuje příznivý účinek kolagenových peptidů na zdraví kostí (39).

Konvenientní a průmyslově zpracované potraviny

Skupina konvenientních potravin není přesně specifikována, typicky se jedná o potraviny s vyšším stupněm průmyslového zpracování. Nadměrná konzumace této skupiny potravin je spojována s rizikem rozvoje obezity, hypertenze, diabetu 2. typu, metabolického syndromu, chorobami srdce a cév, střevními záněty, a některými nádorovými chorobami (40–42). Mezi typické vlastnosti patří vysoký obsah energie, vyšší obsah přidaných cukrů, tuků a soli, přítomnost trans mastných kyselin a zpravidla nižší obsah bílkovin, minerálních látek, vitaminů a vlákniny. Patří sem např. dehydrované (instantní) produkty, slazené nápoje, cukrovinky, slané pochutiny, polotovary (směsi na koláče, těstoviny, pizza), energetické nápoje, produkty s vyšším obsahem přídatných látek, zmrzlina, snídaňové cereálie a jídla určená k přímé spotřebě (32).

I když je nadměrná konzumace vysoce průmyslově zpracovaných výrobků nevhodná, je zároveň důležité věnovat pozornost správné úpravě základních surovin, abychom z nich využili co nejvíce živin. Správná příprava luštěnin a obilovin, například namáčení a vaření (u čočky, sóji či celozrnné rýže), pomáhá snížit obsah antinutričních látek

a zlepšit stravitelnost. Biologickou dostupnost živin lze navíc podpořit i dalšími postupy, jako je klíčení nebo fermentace (31).

Diskuze

Diagnostická kritéria WHO pro osteoporózu splnilo v roce 2019 v České republice 572 tisíc pacientů, přičemž 80 % tvořily ženy. Jak to v případě civilizačních onemocnění často bývá, značný podíl nemocných není z různých důvodů diagnostikován a odhadovaný počet v ČR dosahuje až 750 tisíc (1). U 50leté osoby se průměrné celoživotní riziko osteoporotické zlomeniny odhaduje na téměř 50 % u žen a 22 % u mužů (43). Osteoporóza je plíživé onemocnění, kde životní styl jako celek hraje významnou roli. Mezi faktory, které jednoznačně lze ovlivnit, patří pohybová aktivita a výživa. Za optimálních podmínek je tak možné dosáhnout maxima kostní hmoty daného individuální genetickou predispozicí. Vápník a fosfor jsou základní stavební materiály kostní hmoty, ale nesmíme zapomínat na další nutrienty. V současné době jsme svědky boomu různých stravovacích stylů a rizikových diet. Informační tlak, nepřehlednost, mýty a pseudododborníci vyjadřující se k problematice zdravého životního stylu sebou strhávají dav ženoucí se za svým vysněným ideálem i za cenu zdravotních rizik. Tlak na výkon a efektivitu, nebo pouhá pohodlnost vedou k orientaci na rychle dostupnou stravu typu fastfood, pochutiny, energetické nápoje atd. V zemích s vysokými příjmy tvoří průmyslově vysoce zpracované potraviny často více než 50 % energetického příjmu, i když v rámci regionů existuje značná variabilita (42, 44). V České republice se tato skupina potravin podílí až na 30 % denního energetického příjmu a mezi nejoblíbenější potraviny tohoto typu patří jemné pečivo, uzeniny a hotová jídla (45). Přirozeně tak vzniká otázka, do jaké míry se pravidelná konzumace průmyslově vysoce zpracovaných potravin může z dlouhodobého hlediska podílet na zvýšení rizika nedostatku některých živin. Jelikož nutriční hodnota tohoto typu potravin je zpravidla nižší a jejich oblíbenost je napříč všemi věkovými kategoriemi vysoká, nelze potenciální rizika v kontextu celkového energetického příjmu přehlížet. V současné době je proto v rámci prevence civilizačních onemocnění, a kostní choroby nejsou výjimkou, kladen důraz na omezení jejich konzumace a preferenci základních a průmyslově co nejšetrněji zpracovaných potravin. Tato doporučení se stále častěji objevují v oficiálních nutričních guidelines lékařských společností. Suplementace vitaminů, minerálních látek, případně dalších živin má význam, pokud k ní existují relevantní důvody. Vždy by jí ale měla předcházet komplexní analýza jídelníčku a stravovacích návyků.

Závěr

Prevence osteoporózy začíná již v mladém věku a význam nutričních faktorů dále roste během fyziologických změn, v průběhu zátěže a nemoci. Současné trendy rizikových diet a zvýšená konzumace potravin s nižší nutriční hodnotou vyvolávají obavy ohledně dlouhodobého optimálního zásobení organismu důležitými živinami. Považujeme proto za důležité připomenout a zdůraznit jejich úlohu v metabolismu a diskutovat je v kontextu primární prevence a současných stravovacích návyků populace.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Práce je původní a nebyla publikována ani není zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Žádný. **Financování:** Ne. **Poděkování:** N/A. **Registrace v databázích:** N/A. **Projednání etickou komisí:** N/A.

LITERATURA

1. MeDitorial [online]. SCOPE 2021 – stav osteoporózy a její léčby v evropských zemích, 2023 [cit. 2024-07-24]. Available from https://www.prolekare.cz/tema/Osteoporoz_a_jej_leczy_v_evropskych_zemich-135134_dy_v_ST/detail/scope-2021-stav-osteoporoz-y-a-jej-leczy-v-evropskych-zemich-135134
2. Henry YM, Fatayerji D, Eastell R. Attainment of peak bone mass at the lumbar spine, femoral neck and radius in men and women: relative contributions of bone size and volumetric bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2004;15(4):263-73.
3. Feng X. Chemical and Biochemical Basis of Cell-Bone Matrix Interaction in Health and Disease. *Curr Chem Biol.* 2009;3(2):189-96.
4. Price CT, Langford JR, Liporace FA. Essential Nutrients for Bone Health and a Review of their Availability in the Average North American Diet. *The Open Orthop J.* 2012;6:143.
5. Nařízení Komise (ES) č. 1170/2009 ze dne 30. listopadu 2009, kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/46/ES a nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1925/2006, pokud jde o seznamy vitaminů a minerálních látek a jejich forem, které lze přidávat do potravin, včetně doplňků stravy. In: EUR-Lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [cit. 2025-01-30]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/>
6. Státní ústav pro kontrolu léčiv [online]. SÚKL © 2025, [cit. 2025-02-05]. Available from: <https://sukl.gov.cz/>
7. Tong TYN, Appleby PN, Armstrong MEG, et al. Vegetarian and vegan diets and risks of total and site-specific fractures: results from the prospective EPIC-Oxford study. *BMC Medicine.* 2020;18(1):353.
8. Referenční hodnoty pro příjem živin. V ČR 2. vyd. Praha: Výživaservis s.r.o., 2018. ISBN 978-3-86528-148-7.
9. Office of Dietary Supplements - Calcium [online]. National Institutes of Health, 2024 [cit. 2025-02-01]. Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium/HealthProfessional/#en3>
10. Heaney RP, Dowell MS, Bierman J, et al. Absorbability and cost effectiveness in calcium supplementation. *J Am Coll Nutr.* 2001;20(3):239-46.
11. Rondanelli M, Faliva MA, Tartara A, et al. An update on magnesium and bone health. *Biomaterials.* 2021;34(4):715-36.
12. Zadák Z, Tichá A, Hyšpler R. Suplementace hořčíku – farmakologické mechanismy, metody podání a pasty. *Klin farmakol a farm.* 2017;31(3):16-8.
13. Kappeler D, Heimbeck I, Herpich C, et al. Higher bioavailability of magnesium citrate as compared to magnesium oxide shown by evaluation of urinary excretion and serum levels after single-dose administration in a randomized cross-over study. *BMC Nutrition.* 2017;3(1):7.
14. Wielgus K, Dan M, Tavares T. Managing magnesium deficiency: Strategies for diagnosis and treatment. Evidence for Self-Medication. 2024; 4(240001):1–4.
15. Carlberg C. Molecular endocrinology of vitamin D on the epigenome level. *Mol Cell Endocrinol.* 2017; 453:14–21.
16. Carlberg C, Raczkyk M, Zawrotna N. Vitamin D: A master example of nutrigenomics. *Redox Biology.* 2023; 62:102695.
17. Bischofová S, Dofkova M, Blahová J, et al. Dietární zdroje vitaminu D v české populaci (4-90 let). *Výživa a Potraviny.* 2019; 3:58-60.
18. Palička V, Rosa J, Pikner R, Býma S. Osteoporóza: doporučený diagnostický a terapeutický postup pro všeobecné praktické lékaře 2023. Doporučené postupy pro praktické lékaře. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2023. ISBN 978-80-88280-51-4.
19. Tripkovic L, Lambert H, Hart K, et al. Comparison of vitamin D2 and vitamin D3 supplementation in raising serum 25-hydroxyvitamin D status: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2012; 95(6):1357–64.
20. Poterucha TJ, Goldhaber SZ. Warfarin and Vascular Calcification. *Amer J Med.* 2016; 129(6): 635 e1-4.
21. Merra G, Dominici F, Gualtieri P, et al. Role of vitamin K2 in bone-vascular crosstalk. *Int J Vitam Nutr Res.* 94(2):143-152.
22. Khojah Q, Al Rumaihi S, Al Rajeh G, et al. Vitamin A and its derivatives effect on bone mineral density, a systematic review. *J Family Med Prim Care.* 2021; 10(11):4089–95.
23. Olson JM, Ameer MA, Goyal A. Vitamin A Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025-02-02]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532916/>
24. Maxfield L, Daley SF, Crane JS. Vitamin C Deficiency. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. [cit. 2024-07-25] Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493187/>
25. Hronek M, Kovařík M. Interakce vitaminů s léčiv. *Interní medicína pro praxi.* 2012; 14(6-7):275–80.
26. Kositsawat J, Vogrin S, French C, et al. Relationship Between Plasma Homocysteine and Bone Density, Lean Mass, Muscle Strength and Physical Function in 1480 Middle-Aged and Older Adults: Data from NHANES. *Calcif Tissue Int.* 2023; 112(1):45–54.
27. Behera J, Bala J, Nuru M, et al. Homocysteine as a Pathological Biomarker for Bone Disease. *J Cell Physiol.* 2017; 232(10):2704–9.
28. Kalimeri M, Leek F, Wang NX, et al. Folate and Vitamin B-12 Status Is Associated With Bone Mineral Density and Hip Strength of Postmenopausal Chinese-Singaporean Women. *JBMR Plus.* 2020; 4(10):e10399.
29. Hyánek J, Maťoška V, Dubská L, et al. Mírné hyperhomocysteinémie z deficitu MTHFR (C677T a C1298A) u dospělých a adolescentů v metabolické ambulanci. Je třeba je diferencovat a léčit? *Klin Biochem Metab.* 2017; 46(1):18–26.
30. Carboni L. Active Folate Versus Folic Acid: The Role of 5-MTHF (Methylfolate) in Human Health. *Integr Med* 2022; 21(3):36–41.
31. Kohout P, et al. *Klinická výživa.* 1. vyd. Praha: Galén, 2021. ISBN 978-80-7492-555-9.
32. Rolić T, Yazdani M, Mandić S, et al. Iron Metabolism, Calcium, Magnesium and Trace Elements: A Review. *Biol Trace Elem Res.* 2024; Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04289-z>
33. Národní zdravotnický informační portál [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2024 [cit. 2024-10-24]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/1153-selen>
34. Dou Y, Wang Y, Chen Z, et al. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid on bone health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Food Sci Nutr.* 2022; 10(1):145–54.
35. Liu Z, Cai S, Chen Y, et al. The association between dietary omega-3 intake and osteoporosis: a NHANES cross-sectional study. *Front Nutr.* 2024; 11:1467559.
36. Office of Dietary Supplements - Omega-3 Fatty Acids [online]. National Institutes of Health, 2024 [cit. 2024-10-24]. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega-3FattyAcids-HealthProfessional/>
37. Rizzoli R, Biver E, Bonjour JP, et al. Benefits and safety of dietary protein for bone health-an expert consensus paper endorsed by the European Society for Clinical and Economical Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis, and Musculoskeletal Diseases and by the International Osteoporosis Foundation. *Osteoporos Int.* 2018; 29(9):1933–48.
38. MeDitorial [online]. Aktuální pohled na problematiku příjmu proteinů u pacientů v kritickém stavu, 2022 [cit. 2025-02-01]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/tema/parentalni-vyziva/detail/aktualni-pohled-na-problematiku-prijmu-proteinu-u-pacientu-v-kritickem-stavu-130687>
39. König D, Oesser S, Scharla S, et al. Specific Collagen Peptides Improve Bone Mineral Density and Bone Markers in Postmenopausal Women-A Randomized Controlled Study. *Nutrients.* 2018; 10(1):97.
40. Lichtenstein AH, Appel LJ, Vadiveloo M, et al. 2021 Dietary Guidance to Improve Cardiovascular Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2021; 144(23):e472–87.
41. Mendoza K, Smith-Warner SA, Rossato SL, et al. Ultra-processed foods and cardiovascular disease: analysis of three large US prospective cohorts and a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Lancet Reg Health Am.* 2024; 37:100859.
42. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr.* 2019; 22(5):936–41.
43. Zikán V. Osteoporóza u dospělých osob v klinické praxi (1): diagnostika a diferenciální diagnostika. *Vnitřní lékařství.* 2023; 69(4):E4–15.
44. Lane MM, Gamage E, Du S, et al. Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: umbrella review of epidemiological meta-analyses. *BMJ.* 2024; 384:e077310
45. Mertens E, Colizzi C, Peñalvo JL. Ultra-processed food consumption in adults across Europe. *Eur J Nutr.* 2022; 61(3):1521–39.