proLékaře.cz | 24.11.2026

Přehled nefarmakologické prevence zlomeniny v terénu osteopatií se zaměřením na fyzickou zátěž

An overview of non-pharmacological prevention of fracture in the area of osteopathies with a focus on physical strain

Jiří Běhounek

Revmatologické a rehabilitační oddělení, Thomayerova nemocnice, Praha

✉ **MUDr. et Bc. Jiří Běhounek** | loopatka@centrum.cz | www.ftn.cz

Received | Doručeno do redakce | Doručené do redakcie 7. 7. 2019
Accepted | Přijato po recenzi | Prijaté po recenzii 30. 7. 2019

Abstrakt
Cílem práce bylo vytvořit rychlý přehled možného ovlivnění rizika zlomenin a jejich patogeneze nefarmakologickými prostředky. Článek současně přináší přehled základních informací o mechanizmu vlivu zátěže na kost a efektu různých typů cvičení na kost, svalovou hmotu a vlastní riziko pádu.

Klíčová slova: cvičení – osteoporóza – zlomenina

Abstract
The aim of this work is to create a short overview of possible influencing the risk for fractures and their pathogenesis by non-pharmacological means. Also, an overview of basic information about the mechanism of the strain acting on the bone, and the effect of different types of exercise on the bone, muscle mass and the risk of falling alone.

Key words: exercise – fracture – osteoporosis

Úvod

Osteoporóza je významným onemocněním masového výskytu, které představuje závažný zdravotní a sociální problém. Jde o generalizované systémové onemocnění skeletu charakterizované sníženou pevností kostí. Snížená pevnost kostí je důsledkem změn množství i kvality kostní hmoty a predisponuje ke zvýšenému riziku zlomenin. V přítomnosti jedné nebo více osteoporotických zlomenin lze hovořit o manifestované osteoporóze [1].

Náš zájem a snaha o terapii osteoporózy plyne právě z rizika výskytu zlomenin a jejich následných komplikací, které ve vyšším věku mohou vést k závislosti na okolí, invaliditě a významně snižují hranici dožití pacientů.

Zlomeninu můžeme definovat jako narušení integrity kosti v důsledku mechanického inzultu. Rozvíjí se ve chvíli, kdy silový moment v daném směru přesáhne mez pevnosti a pružnosti kosti v daném místě a čase.

Pokud je vnější silový moment inadekvátně malý, a přesto vede ke zlomenině, můžeme hovořit o zlomenině nízkozátěžové, u metabolických chorob kosti pak nejčastěji v důsledku osteoporózy.

Z této definice tedy plynou kritické body, které mají význam pro pravděpodobnost vzniku zlomeniny:

- pružnost a pevnost kosti – kvantita ale i kvalita kostní hmoty, v jejím složení a makroarchitektuře i mikroarchitektuře
- vlastní silový inzult (nejčastěji v podobě pádu) – pokud se jej daří eliminovat nebo oslabit, znamená to významný pokles rizika zlomeniny; omezení silových momentů je velmi významné, protože snižuje riziko

proLékaře.cz | 24.11.2026

zlomeniny bez dalšího ohledu na kvalitu a připravenost systému
- místo a čas působení sil – pohybový systém je dynamický a má schopnost absorbovat a rozkládat silové působení v prostoru a čase; připravený pohybový systém je schopen absorbovat relativně velké množství energie do měkkých tkání, případně většího množství kostních struktur, a snížit tak pravděpodobnost rozvoje fraktury; ve výsledku dokáže snížit silové působení v daném místě v danou dobu; při nekoordinovaném zapojení pohybového systému tak dochází k lokálnímu výraznému přetížení i při malém či „běžném" zatížení, což může vést k patologii pohybového systému jako je výhřez meziobratlové destičky nebo zlomenina

Fraktura tedy představuje selhání nejen dané kosti, ale selhání celého pohybového systému, včetně systému řízení. Uvažovat o zlomenině jako následku narušení pouze jedné složky (například nízké denzity kostního minerálu) znamená podhodnocovat vliv ostatních.

Cílem prevence rozvoje zlomeniny při nepříznivém stavu kosti a pohybového systému je působit ideálně na všechny jeho složky se záměrem jejich maximálního možného zlepšení. S ohledem na provázanost pohybového systému by měla právě z tohoto principu většina postupů v prevenci osteoporotické zlomeniny působit současně v několika oblastech.

Biomechanické vlastnosti kosti

Odolnost kosti se odvíjí od jejích biomechanických charakteristik, především elasticity a denzity, které jsou přímo závislé na jejím složení a uspořádání architektoniky.

Podle experimentálních studií je elasticita dospělé kosti asi do 30 let nezávislá na věku, mezi 30.–60. rokem dochází k prudkému poklesu s maximem kolem 50. roku. Po 6. dekádě je elasticita opět jen omezeněji závislá na věku. Podobně i mez pevnosti kosti významně klesá po 30. roce života. [2] Nutno upozornit, že studie probíhala na izolovaných kostních blocích eliminujících vliv měkkých tkání a reakci celého organizmu.

Podobně vrchol kostní hmoty (Peak Bone Mass – PBM) dosahuje maxima v časné dospělosti, později dochází jen k minimálnímu nárůstu a po 30.–35. roce je již tendence k poklesu BMD [3], PBM a dosažení jeho nejlepší možné hodnoty je tak základem k prevenci následných fraktur v pozdějším věku. Dosažení maximálního PBM je determinováno řadou faktorů. Z neovlivnitelných faktorů se uplatňuje především genetika asi ze 75 %, mezi ovlivnitelnými faktory pak hraje svoji roli i přiměřená fyzická zátěž.

Fyzická aktivita v dětství a dospívání má významnější vliv na svalovou a kostní hmotu než aktivita v pozdějším věku [4]. Zajištění optimálních podmínek včetně fyzické zátěže v této době má větší efekt. Doporučený důraz na dostatečnou fyzickou aktivitu především dospívajících žen pochází i od dalších autorů [3].

Architektura kosti je z velké části předurčena geneticky, ovlivnitelná je pouze částečně. Svůj význam může mít postavení a charakter některých struktur. Například kolodiafyzární úhel a délka krčku stehení kosti mohou být rizikové pro rozvoj zlomeniny proximálního femoru. Nicméně terapeuticky je makroarchitektura prakticky neovlivnitelná. Představu o anatomickém uspořádání kosti si do určité míry můžeme udělat i ze zobrazovacích vyšetření, ale zatím nejsou ve většině lokalit jednoznačná kritéria k hodnocení jejich významu pro riziko zlomeniny.

Mikroarchitektura kosti je závislá jednak na struktuře a kvalitě bílkovin v extracelulární matrix, jednak na uspořádání jednotlivých kostěných trabekul. Kvalita a struktura bílkovin může být narušena při genetické poruše – typicky při osteogenesis imperfecta, poruše syntézy, při deficitech některých vitaminů, vlivem léků a samozřejmě při malnutrici či chronických chorobách, které mohou mít na jedince celkový dopad. V případě narušení kvality bílkovinné kostry extracelulární matrix (ECM) často následuje i porucha mineralizace či struktury trabekul.

Mikroarchitektonika podléhá remodelaci a dle předpokladu reaguje docela dobře na zatížení a snaží se přizpůsobit a zvyšovat odolnost kosti ve směrech nejčastějšího zatížení.

Recepce zátěže kosti

Mechanizmus rozpoznání zatížení a namáhání kosti zřejmě není zprostředkován jediným receptorem či signální cestou. Signalizace probíhá jak přes změny tlaku v kosti, při nichž se mění tok periosteocytární tekutiny a řasinky na povrchu osteocytů jsou tyto změny schopny registrovat [5], tak přes piezoefekt v kostní tkáni, který vede též ke stimulaci osteoblastů [6]. Jistě se uplatňuje i humorální signalizace přes parakrinní působení z přirozeně se rozpadajících osteocytů a dalších buněk v důsledku zátěže.

Pád – nejvýznamnější rizikový faktor zlomenin

Mezi časté prediktory pádu lze řadit pozitivní anamnestický údaj artritidy, přítomnost dalších interních onemocnění jako tyreopatie, diabetu či obezity, poruchy vyšších funkcí jako depresivní stav či kognitivní deficit. Významný je též věk a stejně tak přítomnost pádu v posledním roce. [7,8]. Dělení příčin pádů může být mnohé, jako základní můžeme uvést rozdělení na příčiny vnitřní a vnější.

Prevence zevních příčin pádu

Doporučujeme volit pohodlný oděv a obuv, které v zásadě odpovídají standardům bezpečnosti práce. Obuv dopo-

proLékaře.cz | 24.11.2026

ručujeme stabilní, nejlépe s pevnou patou; pokud pacient preferuje pohyb v ponožkách, tak s protiskluzovou úpravou, obecně ho však nelze doporučit. Oděv s minimem rizika zachycení volných částí, bez nutnosti opakovaného upravování jednotlivých částí či samovolného uvolňování. Pacienta je vhodné vybavit potřebnými vertikalizačními pomůckami s jejich pravidelnou kontrolou (opotřebení). Případně zajistíme trupové ortézy či protektory jako dodatečnou ochranu.

Při pohybu je potřeba v prostoru pečlivě vybírat trasu: v místech opakovaného pohybu mít kontrolu oporných ploch a jejich stability, v rizikových místech případně instalovat pomocná madla. Pochozí plochy by měly být stabilní s minimem nerovností. Významné nerovnosti či rozhraní, pokud jsou na daném místě neodstranitelná, je vhodné výrazně označit.

Plánování trasy či aktivity přizpůsobujeme s ohledem na možný pád vnějším faktorům, terénu a povětrnostním podmínkám.

Poslední možností je i případné omezení fyzické aktivity v nepříznivém prostředí, předpokladem však je, že jiné alternativy omezení rizika pádu jsou vyčerpány. Každé omezení by mělo být kompenzováno jiným typem aktivity dle možností pacienta a prostředí.

Prevence vnitřních příčin pádu

V rámci rizika pádu jsou na čelních místech příčinou poruchy zraku. Pravidelné kontroly u oftalmologa s včasnou korekcí zraku, šedého zákalu, případně šerosleposti by tak měly být samozřejmostí. Užívání látek snižujících koordinaci a koncentraci je pro vznik pádu také velmi rizikové. Jedná se především o hypnotika, opioidní analgetika, nesteroidní antirevmatika a také alkohol. Jejich užívání by mělo být omezeno na nezbytné případy, či se je snažíme plně eliminovat. Významným rizikovým faktorem jsou i bolesti hybného systému, především dolních končetin a zad.

Fyzická aktivita

Pravidelná fyzická aktivita významně snižuje pravděpodobnost zlomenin, včetně zlomenin proximálního femoru ve vyšším věku. Střední úroveň aktivity, která zahrnuje i pravidelnou chůzi, je u postmenopauzálních žen spojena s významným snížením rizika zlomeniny proximálního konce stehenní kosti. Při fyzické aktivitě by měly být zohledněny rizikové faktory prostředí, aby nedošlo k paradoxnímu zvýšení rizika zlomeniny. Cílem fyzické aktivity je udržení/zvýšení svalové síly, koordinace a rovnováhy. Zvláštní pozornost by měla být věnována seniorům s anamnézou pádů (více než 1 pád v posledních 12 měsících [9].

Cvičení a zvýšení fyzické zátěže může mít celkový vliv na snížení rizika pádu. Řízené programy zahrnující cílené cvičení svalových skupin, chůzi a nácvik vybraných denních a pohybových aktivit (3krát týdně po dobu 30 minut) vedou u osmdesátiletých žen ke zlepšení mobility a snížení rizika pádu [10].

Cvičení zaměřené na oblast zádových svalů může dlouhodobě snižovat riziko vertebrální zlomeniny, případně i zlomeniny proximální části femoru [9,11], a podobně se tak může snižovat i riziko pádu [12]. Zvýšená fyzická aktivita snižuje riziko pádu a především fraktury proximálního femoru [13].

Posturální nestabilita je další rizikový faktor pro rozvoj zlomeniny [14]. Některé studie ukazují vysokou provázanost osteoporózy s bolestmi zad [15], není však zodpovězena otázka, zda mají vertebropaté vyšší riziko osteoporózy, což lze předpokládat. V rámci posturálních nestabilit bývá i vysoká provázanost s poruchou dechových stereotypů, které dále trpí v případě již přítomných kompresivních zlomenin obratlů. Dechové cvičení i s ohledem na jeho nízkou fyzickou náročnost by mělo být též součástí pohybové terapie při osteoporóze [16].

Výběr vhodné pohybové aktivity pro pacienta s vyšším rizikem zlomeniny je z několika důvodů náročný. Vybraná činnost by měla jednak vést k intenzivnějšímu zlepšení odolnosti kosti a pohybového systému, jednak má být dostatečně bezpečná bez přehnaného rizika pádu a zlomeniny v přímém důsledku dané fyzické činnosti. Nedílnou součástí je i zodpovědný a erudovaný přístup k fyzické činnosti včetně přípravy organizmu na zátěž zahrnující zahřátí organizmu nižším stupněm fyzické aktivity. Používání vhodných bezpečnostních pomůcek, vedoucí k prevenci traumat během cvičení/sportu, je také samozřejmostí.

Význam různých typů cvičení

Pro dostatečnou stimulaci pohybového systému podle některých autorů nestačí běžné činnosti denního života, je třeba přidat další aktivity nad tento rámec [3].

U sportů a fyzické zátěže je pro jejich vliv na pohybový systém důležitá nejen jejich fyzická a metabolická náročnost, ale i interakce s okolím a mechanické zatížení pohybového systému [17], tab.

Intenzivní jízda na kole u závodních cyklistů vede během sezóny k signifikantní ztrátě denzity kostního minerálu v oblasti stehenních kostí a hraničně signifikantní ztrátě v oblasti LS-páteře [18], což je pravděpodobně důsledek změny stereotypu zátěže. Mimo sezónu je během tréninku sportovců zatížena stehenní kost a oblast páteře výrazně více než při jízdě na kole, v důsledku proporčního poklesu této zátěže v sezóně dochází pak i k poklesu denzity ve zmíněných lokacích. Výsledek tedy nelze vykládat vyloženě v neprospěch jízdy na kole pro běžného uživatele.

Jako slibná se může jevit celotělová vibrační terapie, při které byly u některých skupin pacientů pozorovány úspě-

proLékaře.cz | 24.11.2026

chy. Cvičení za podpory vibrací o frekvenci 19/26 Hz vede ke zpomalení až zástavě svalové atrofie při pobytu na lůžku po dobu 8 týdnů [19]. Cvičení o rozsahu 3 procházek o 30 minutách a 1–2hodinovém cvičení během týdne má ve výsledku 1% efekt nárůstu BMD a současně zlepšení kondice pacientů. Některé studie dále naznačují, že pro významnější růst BMD jsou vhodná zatížení, při kterých se rychle střídá silové působení z různých směrů [20]. Celotělová vibrační terapie má pozitivní vliv na svalovou hmotu, denzitu kosti a následně i schopnost pohybu u dětské mozkové obrny [21]. Tento efekt je pozorovatelný i u postmenopauzálních žen a je závislý na frekvenci, velikosti oscilace a celkové délce terapie [22]. Nelze však zapomínat na možné kontraindikace terapie, které mohou být limitující. K základním kontraindikacím patří jakékoliv akutní stavy, epilepsie, nádory, těhotenství a řada dalších.

24týdenní aerobní cvičební program u postmenopauzálních žen, zaměřený především na chůzi a stepping, snížil ztrátu denzity kostního minerálu v oblasti bederní páteře a zvýšil kostní denzitu v oblasti proximálního femoru. Současně se zvýšila fyzická zdatnost [23]. Největší přínos ke zlepšení denních činností a kvality života pro pacientky s nízkou denzitou kostního minerálu měl trénink stability, rovnováhy a koordinace [24].

Podle českých doporučení by se měla provádět veškerá cvičení silově, s minimem švihu, ideální jsou odporová cvičení či s použitím lehké zátěže do 2 kg či odporových gumových pásů. Doporučená délka cvičení by měla být asi 15–20 minut až 2krát denně. Jako doplňující je doporučena další sportovní aktivita, například rychlá chůze či plavání [3].

Cvičení zaměřené na jednotlivé rizikové partie, včetně relaxačních a dechových prvků, je celkem uceleně shrnuto v cvičební jednotce na osteoporózu slovenské autorky E. Ďurišové [16].

Intenzita

Změnu intenzity zátěže zřejmě velmi rychle kopírují i změny kostního obratu, především v negativním směru. Již po 2 týdnech od snížení dávky tréninku lze pozorovat vzestup laboratorních ukazatelů kostního obratu [25]. Intenzitu zatížení je tedy nutné dlouhodobě udržovat v přibližně stejné hladině. Lze též očekávat, že u jedinců s výrazně malou fyzickou aktivitou stačí malé navýšení k větším pozitivním změnám, u výrazně trénovaných jedinců pak navýšení fyzické aktivity musí být výraznější. Platí to samozřejmě i naopak, u výrazně trénovaných jedinců stačí malý pokles ve fyzické aktivitě, aby se dostavily výraznější změny v rámci pohybového systému.

Věk jako limit pro zvýšenou zátěž

Předpoklady, že vyšší věk znamená automaticky omezení fyzické aktivity, jsou liché. Většina geriatrických pacientů je schopna při postupném ale dostatečně intenzivním cvičení zlepšit své schopnosti až o polovinu [26].

Určitý rizikový faktor pro rozvoj či progresi osteopatie můžeme pravděpodobně identifikovat u osamělých, či lépe řečeno, sociálně izolovaných osob. Takoví jedinci mají pravděpodobně i nižší fyzickou aktivitu a stereotyp jejich životosprávy může obsahovat řadu kritických momentů včetně narušení stravovacích návyků.

Motivace

V rámci pohybových aktivit bývá často překážkou nedostatečná motivace jedince. Dlouhodobou aktivitou nemusí být výsledky v rámci kondice výrazně patrné a prostá „absence“ nové zlomeniny často není dostatečně motivující.

Tab. | Porovnání vybraných fyzických aktivit v závislosti na jejich odhadovaném metabolickém zatížení organizmu (MET) a odhadované mechanické interakci s okolím (GRF). Upraveno podle [17]

	metabolické zatížení		mechanická interakce	
fyzická aktivita	**MET**	**skóre**	**GRF**	**skóre**
jóga	< 4	0	0,5–1	0
volejbal	4–7	1	5–10	3
cyklistika	4–7	1	0,5–1	0
fotbal, hokej	7–10	2	3–5	2
bruslení	7–10	2	1–3	1
běh	> 10	3	1–3	1
plavání	> 10	3	0,5–1	0
basketbal	> 10	3	5–10	3

GRF – Ground-Reaction Force/reakční síla podkladu

proLékaře.cz | 24.11.2026

Je tak dobré využívat zpětné vazby zlepšení pohybových schopností, možností jsou různé typy testů fyzické zdatnosti, ale často může postačit krokoměr či chytrý telefon s vhodnou aplikací. Dobré je i sledovat výskyt bolestivých stavů a monitorovat jej například vhodně zvolenou škálou bolesti.

Výhodu mají pacienti „koníčkáři" a zahrádkáři, kteří mohou své zájmy sublimovat do zvýšení fyzické zátěže. Motivace v kolektivu může být také možnou cestou. Předpoklad udržení individuálního tréninku „prostého cvičení" je z pohledu dlouhodobé motivace slabý a ani riziko možné zlomeniny většinou nelze považovat jako dostatečně motivující hrozbu. Jistou cestou mohou být herní systémy reagující na pohyb pacienta, předpokladem je však vytvoření bezpečného zázemí k minimalizaci možného zranění.

Závěr

Připustíme-li, že zlomenina je selhání celého pohybového systému včetně jeho řízení, musíme přijmout nutnost působit nejen na jeho izolovanou složku v rámci kosti a její denzity, ale v celé šíři tohoto systému.

Význam udržení fyzické aktivity je velký. Jeho efekt lze spatřovat jednak v přímém vlivu na denzitu kostního minerálu přes stimulaci kostních buněk, jednak přes nárůst svalové hmoty, a tedy celé kostně-svalové jednotky. Současně dochází ke zlepšení koordinace pohybu a lepšímu zažití stereotypu pohybu. Nelze zanedbat ani zlepšení kondice a dalších funkcí včetně kardiovaskulárního systému, dechových funkcí, metabolizmu a funkcí gastrointestinálního traktu. V rámci nervové soustavy dochází ke stimulaci endorfinu a enkefalinů a významná je i složka resocializace a možného lepšího zapojení jedince v rámci rodiny a komunity. Tyto změny mohou přispět ke snížení rizika pádu, snížení jeho následků a v případě rozvinutí zlomeniny i k jejímu úspěšnějšímu zvládnutí.

Největší účinek fyzické zátěže se však uplatňuje v době zvýšené pozitivní kostní aktivity, nejvíce tedy v době kostní modelace, a umožňuje tak dosáhnout maximálního PBM.

Výběr typu fyzické zátěže by měl být individuální s ohledem na motivaci a schopnosti pacienta. Pohyb by měl být všestranný a rozmanitý. Jen pak je předpoklad, že i pohybový systém bude připravený na větší množství situací a kostní hmota nebude zesílena jen v jednom směru zatížení. Intenzita zátěže by měla být dle tolerance pacienta se snahou vždy mírně zvyšovat zátěž.

Nicméně zátěž by měla mít vždy složky zaměřené na trénink rovnováhy, stability a koordinace, nemělo by se zapomínat ani na dechové cvičení. To vše by mělo probíhat v dostatečné intenzitě, která by měla být vždy mírně vyšší než aktuální nastavení pacienta, samozřejmě s ohledem na jeho zdravotní stav. Problematická může být někdy dostatečná motivace pacienta. Slibně mohou vypadat některá přístrojově asistovaná cvičení, mají však své limity a základem tak vždy bude individuální cvičení dle tolerance a kompliance pacienta.

Síla prevence zlomenin však nemůže působit až ve chvíli, kdy je diagnostikována osteoporóza či jiná metabolická osteopatie, ale nejúčinnější je v době, v níž lze nejlépe ovlivnit kvalitu a kvantitu kosti, tedy v dětství a dospívání. V pozdějších obdobích je práce osteologa podobná odčerpávání vody na potápějící se lodi.

Literatura

1. Informace dostupné z WWW: <http://www.smos.cz/co-je-to-osteoporoza>.

2. Valenta J. Kostní tkáň. In: Valenta J a kol. Biomechanika: kapitola 2.7.1. Akademia: Praha 1985.

3. Štěpán J. Životospráva při osteoporóze: informace pro ženy i muže. SZÚ: Praha 2000. ISBN 80–7071–164–7.

4. Bass S, Pearce G, Bradney M et al Exercise Before Puberty May Confer Residual Benefits in Bone Density in Adulthood: Studies in Active Prepubertal and Retired Female Gymnasts. J Bone Miner Res 1998; 13(3): 500–507.

5. Jenšovský J. Diagnostika a léčba osteoporosy. Karolinum: Praha 2018. ISBN 978–80–246–3741–9.

6. Slatkovska L, Alibhai SMH, Beyene J et al. Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. Osteoporos Int 2010; 21(12): 1969–1980. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–010–1228-z>.

7. Barrett-Connor E, Weiss TW, McHorney CA et al. Siris Predictors of falls among postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment (NORA). Osteoporos Int 2009; 20(5): 715–722. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–008–0748–2>.

8. Faulkner KA, Cauley JA, Studenski SA et al. [Study of Osteoporotic Fractures Research Group]. Lifestyle predicts falls independent of physical risk. Osteoporos Int 2009; 20(12): 2025–2034. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–009–0909-y>.

9. Rosa J. Diagnostika a léčba postmenopauzální osteoporózy. Osteologický bulletin 2015; 20(4): 150–168.

10. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM et al. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. BMJ 1997; 315(7115): 1065–1069. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.315.7115.1065>.

11. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW et al. Stronger Back Muscles Reduce the Incidence of Vertebral Fractures. A Prospective 10 Year Follow-up of Postmenopausal Women. Bone 2002; 30(6): 836–841.

12. Iwamoto J, Suzuki H, Tanaka K et al. Preventative effect of exercise against falls in the elderly: a randomized controlled trial. Osteoporos Int 2009; 20(7): 1233–1240. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–008–0794–9>.

13. Gregg EW, Cauley JA, Seeley DG et al. Physical activity and Osteoporotic Fracture Risk in Older Women. Ann Intern Med 1998; 129(2): 81–88. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.7326/0003–4819–129–2-199807150–00002>.

14. Nguyen T, Sambrook P,Kelly P et al. Prediction of Osteoporotic Fractures by Postural Instability and Bone Density. BMJ 1993; 307(6912):1111–1115. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.307.6912.1111>.

15. Ambrose TL, Eng JJ, Khan KM et al. The Influence of Back Pain on Balance and Functional Mobility in 65- to 75-Year-Old Women with Osteoporosis. Osteoporos Int 2002; 13(11): 868–873. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s001980200119>.

16. Ďurišová E. Bolesti chrbtice, klbov, kostí a … AKU-HOMEO: Košice 2012. ISBN 978–80–89496–07–5.

proLékaře.cz | 24.11.2026

17. Kemper HCG, Bakker I, Twisk JW et al. Validation of a Physical Activity Questionnaire to Measure the Effect of Mechanical Strain on Bone Mass. Bone 2002; 30(5): 799–804.

18. Barry DW, Kohrt WM. BMD Decreases Over the Course of a Year in Competitive Male Cyclists. J Bone Miner Res 2008; 23(4): 484–491. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.071203>.

19. Belavý DL, Miokovic T, Armbrecht G et al. Resistive vibration exercise reduces lower limb muscle atrophy during 56-day bed-rest. J Musculoskelet Neuronal Interact 2009; 9(4):225–235

20. Bergström I, Landgren BM, Brinck J et al. Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. Osteoporos Int 2008;19(2): 177–183. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–007–0445–6>.

21. Gusso S, Munns CF, Colle P et al. Effects of whole-body vibration training on physical function, bone and muscle mass in adolescents and young adults with cerebral palsy. Sci Rep 2016; 6: 22518. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep22518>.

22. Fratini A, Bonci T, Bull AM. Whole Body Vibration Treatments in Postmenopausal Women Can Improve Bone Mineral Density: Results of a Stimulus Focussed Meta-Analysis. PLoS One 2016; 11(12): e0166774. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0166774>.

23. Chien MY, Wu YT, Hsu AT et al. Efficacy of a 24-Week Aerobic Exercise Program for Osteopenic Postmenopausal Women. Calcif Tissue Int 2000; 67(6): 443–448.

24. Liu-Ambrose TL, Khan KM, Eng JJ et al. Both resistance and agility training reduce back pain and improve health-related quality of life in older women with low bone mass. Osteoporos Int 2005; 16(11): 1321–1329. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00198–005–1842–3>.

25. Karlsson KM, Karlsson C, Ahlborg HG et al. Bone Turnover Responses to Changed Physical Activity. Calcif Tissue Int 2003; 72(6): 675–680. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00223–002–2052-z>.

26. Máček M, Radvanský J et al. Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Galén: Praha 2011. ISBN 978–80–7262–695–3.