

Vpliv telesne vadbe na zdravje kosti

The impact of physical activity on bone health

Marija Pfeifer, Tina Krokter Kogoj

UKC Ljubljana, KO za endokrinologijo, diabetes in bolezni presnove, Zaloška 7, 1525 Ljubljana

Korespondenca/ Correspondence:

Marija Pfeifer,
e: misa.pfeifer@kclj.si

Ključne besede:

telesna vadba; padci; zlomi; preventiva; mineralna kostna gostota

Key words:

exercise; falls; fractures; prevention; bone mineral density

Citirajte kot/Cite as:

Zdrav Vestn 2014;
83: 792–801

Prispelo: 21. nov. 2013,
Sprejeto: 22. jul. 2014

Izvleček

Osteoporoza je pomemben javnozdravstveni problem, ki ga lahko obvladujemo z učinkovitim preprečevanjem osteoporoznih zlomov. V članku so predstavljeni biokemični in hormonski dejavniki, s katerimi mehanske obremenitve in mišične kontrakcije spodbujajo tvorbo in obnovo kostnine, pa tudi vrsta in intenzivnost telesnih dejavnosti, ki imajo v posameznih življenjskih obdobjih največji osteogeni učinek na kost. Redna telesna dejavnost je poceni in široko dostopen učinkovit nefarmakološki ukrep, ki ima preventivne in terapevtske učinke. Lahko jo izvajamo vzporedno s farmakološkim zdravljenjem osteoporoze. Ob upoštevanju previdnostnih ukrepov ima majhno tveganje za zaplete ter številne koristi: preprečuje izgubo kostne in mišične mase, izboljša mišično moč, koordinacijo in ravnotežje ter s tem preprečuje padce in osteoporozne zlome. Telesna dejavnost ima pomembno mesto v primarni in sekundarni profilaksi osteoporoze, saj jo priporočamo za pridobivanje večje maksimalne kostne mase v otroštvu in mladosti, pa tudi v odrasli dobi in – z upoštevanjem določenih omejitev – po osteoporoznem zlomu. Priporočamo vaje za moč in ravnotežje ter ciklična gibanja v pokončnem položaju.

Abstract

Osteoporosis is an important public health problem that can be managed with effective fracture prevention. The paper presents the biochemical and hormonal effects of mechanical loading and muscle contractions that impact bone formation. The most efficient forms of physical activity inducing an increase in or preserving bone mineral density in different stages of life are described. Regular physical activity is an affordable and widely available non-pharmacological intervention that can be implemented in the prevention and treatment of osteoporosis in parallel with pharmacological agents. If precautionary measures are followed, it has low risk for complications and numerous benefits: it prevents the loss of bone and muscle mass, improves muscle strength, coordination and balance and thus prevents falls and osteoporotic fractures. Physical activity has an important place in primary and secondary prevention of osteoporosis by increasing acquisition of maximal bone mass in childhood and adolescence and reducing bone loss in adulthood and old age. It is – with certain limitations – highly recommended soon following an osteoporotic fracture. Strength and balance exercises and cyclical movements in upright position are recommended.

Uvod

Po definiciji Svetovne zdravstvene organizacije je osteoporoza sistemska skeletna bolezen, za katero sta značilni zmanjšana kostna gostota in porušena mikroarhitektura kostnega tkiva, kar povečuje kostno krhkost in zato tveganje za zlom.^{1,2} Osteoporozni zlomi so pomemben javnozdra-

vstveni problem, saj se je njihovo število v zadnjih 20 letih povečalo za štirikrat.² Zlomi povzročajo invalidnosti in povečujejo umrljivost ter pomembno zmanjšujejo kakovost življenja, povečujejo odvisnost od tuje pomoči in predstavljajo veliko finančno breme. Ocenjujejo, da se je leta 2000 po vsem svetu zgodilo 9 milijonov osteoporoznih zlomov (od tega skoraj 35 % v Evropi).³

S staranjem prebivalstva in večjo ozaveščenostjo prepoznavanje in prevalenca osteoporoze naraščata, hkrati pa narašča potreba po obravnavi in zdravljenju osteoporoze. Ker želimo osteoporozo zdraviti, preden pride do zloma, je medikamentno zdravljenje osteoporoze kronično in lahko traja deset let ali več. V zadnjih letih so se pojavila poročila o sicer redkih, vendar škodljivih stranskih učinkih dolgoletnega zdravljenja z bisfosfonati,^{4,5} ki so dodatno utrdila mesto nefarmakoloških ukrepov pri preprečevanju osteoporoznih zlomov. Z nefarmakološkimi ukrepi želimo delovati preventivno v vseh starostnih skupinah. Ti ukrepi vključujejo ustrezno prehrano s primernim vnosom beljakovin, zadosten vnos vitamina D (1000–2000 IE dnevno) in kalcija (1000–1200 mg dnevno, pri čemer imajo prednost prehranski viri),^{6,7} in telesno vadbo, usmerjeno v povečevanje ali ohranjanje kostne mase, izboljšanje mišične moči, gibljivosti, koordinacije in telesne vzdržljivosti.^{8,9}

Telesna vadba je pomemben dejavnik za preprečevanje osteoporoze oziroma osteoporoznega zloma, saj zmanjšuje izgubo kostne mase, izboljša mišično moč, koordinacijo in ravnotežje ter s tem zmanjšuje število padcev in zlomov.² Čeprav je telesna dejavnost poceni in ima poleg naštetih še druge ugodne učinke: izboljša zmogljivost srčno-žilnega sistema, zmanjšuje odpornost na inzulin in telesno maso ob ohranjanju ali povečevanju mišične mase ter ima pomembno mesto v primarni in sekundarni profilaksi osteoporoze in v priporočilih za obravnavo osteoporoze,^{7,10-13} se njen pomen v praksi pogosto zanemarija.

Vpliv telesne dejavnosti na kosti – fiziološke osnove

Kosti nudijo zaščito in oporo mehkim tkivom, preko mišičnih kit pa omogočajo gibanje in delovanje proti sili teže ter drugim silam, ki delujejo na telo. Zato morajo biti kosti trdne in odporne na preoblikovanje, hkrati pa prožne, da se lahko prilagodijo na sile, ki nanje delujejo, ne da bi se zlomile. Prevelika prožnost ali prevelika trdnost kosti vodita v zlome. Kosti morajo biti tudi lahke, saj bi bilo v nasprotnem primeru gibanje

oteženo.¹⁴ Poleg tega so mesto hematopoeze in ključen organ pri vzdrževanju ravnovesja kalcija in fosfata v telesu. V zadnjem času kostnini pripisujejo tudi vlogo endokrinega organa zaradi skupnih regulacijskih poti, v katerih so udeleženi kostnina, maščobno tkivo, trebušna slinavka in gonade.¹⁵

Kost se neprestano obnavlja; organski del nove kosti (osteoid), ki se nato mineralizira, ustvarjajo osteoblasti, osteoklasti pa kostnino razgrajujejo.¹⁶ Celice, ki povezujejo mehanske dražljaje s spremembami na kosteh, so osteociti. Osteociti so kostne celice, užete v neorganski del kostnine. Nastanejo iz osteoblastov. Med seboj so povezani s celičnimi podaljški, ki tvorijo integracijsko mrežo, ta pa zazna mehanske obremenitve ter na bolj obremenjenih delih kosti spodbudi tvorbo kostnine, na razbremenjenih pa kostno razgradnjo.¹⁴ Osteociti delujejo kot mehanski senzorji in endokrine celice; izločajo več hormonov – citokinov: osteopontin spodbuja osteoblaste k tvorbi nove kosti; sklerostin zavira delovanje osteoblastov; fibroblastni rastni faktor 23 (FGF 23) pa ureja presnovo fosfatov. Skeletni metabolizem uravnavajo med drugim še: parathormon, kalcitriol, kalcitonin, osteoprotegerin, receptorski aktivator jedrnega faktorja kapa B (RANK) in ligand za RANK (RANK-L), estrogeni, testosteron, kortizol, rastni hormon, inzulinu podobni rastni faktor 1 (IGF-1), ščitnični hormoni in drugi.¹⁷ V nedavni raziskavi so pri predmenopavznih ženskah ugotovili, da telesna dejavnost zmanjšuje raven sklerostina, glikoproteinskega izločka osteocitov, ki zavira tvorbo kosti. Prav tako telesna dejavnost povzroči porast inzulinu podobnega rastnega faktorja-1 (IGF-1), ki ima pozitiven učinek na tvorbo kosti.¹⁸

Kostnina se na mehanske sile, ki delujejo nanjo preko pripenjališč mišic ali neposredno preko pospeškov in pojemkov, odziva s prilagajanjem, kar vodi v spreminjanje kostne mase in strukture.¹⁹ Ta značilnost kostnine, da namreč bremena in sile, ki delujejo na kost, vplivajo na kostno maso in strukturo, je znana že od poznega 19. stoletja. Telesna nedejavnost ima ravno obraten učinek. Povsem imobilizirani bolniki lahko zaradi odsotne posturalne obremenitve kosti in zato kostne razgradnje, ki prevlada nad

izgradnjo, v enem letu izgubijo kar 40 % izhodiščne kostne mase.²⁰ Imobilizacija lahko povzroči tako obilno izplavljanje kalcija iz kosti, da se razvije hiperkalcemija, ki zahteva zdravljenje in se popravi šele, ko se bolnik postavi v navpično lego in obremeni kosti s telesno težo.²¹ Kako pomembna je funkcionalna obremenitev kosti, kaže vpliv breztežnosti, ki so ga preiskovali pri astronautih. Ti so med bivanjem v vesolju izvajali vaje, ki so mišične sile prenašale na kosti. Kljub temu so ugotavljali pomembno izgubo trabekularne in kortikalne kostne mase, predvsem v kosteh spodnjih udov.^{19,22} Poleg tega so v zadnjih letih ugotovili, da aktivne skeletne mišične celice izločajo proteine – miokine, ki spodbujajo ugodne presnovne procese v telesu, angiogenezo, miogenezo ter osteogenezo.²³ Tako sta telesna aktivnost in osteogeneza povezani z biološkimi – lokalnimi (parakrini) in sistemskimi (endokrini) – učinki skeletnih mišic. Mehanični in biološki dražljaji, ki izvirajo iz mišic, delujejo sinergistično tako na osteogenezo kot proti usihanju mišične mase. Breztežnost, imobilizacija in nekatera stanja, ki zvišujejo raven glukokortikoidov (okužbe, poškodbe, globoke opekline), pa sprožijo v mišicah in kosteh katabolne procese zaradi odsotnosti mehaničnih dražljajev in mišičnih kontrakcij. Zato se poveča izločanje edinega miokina z negativnimi učinki, miostatina. Ta povzroči usihanje mišičnine, spodbuja vnetje ter neposredno zavira osteoblaste in tvorbo nove kostnine. Posledica sta sarkopenija in upad kostne mase.²⁴

Z različnimi modeli (predvsem na živalih) so poskušali razložiti, kako mehanske sile vplivajo na celični odziv kostnine, vendar to še danes ni dokončno razjasnjeno. Verjetno osteociti (pa tudi osteoblasti in njihovi prekurzorji) zaznajo mehansko silo in sprožijo signalno kaskado. Ta pa dražljaj prenese do osteoklastov in osteoblastov na trabekularni, endokortikalni, periostealni in intrakortikalni površini kosti. Tu se sproži adaptivna pregradnja kosti, da bi nova kost čim bolje vzdržala breme.^{14,19,20} Učinek osteogenih dražljajev (spodbujajo tvorbo nove kostnine) je odvisen od dinamičnih značilnosti obremenitev – od frekvence in velikosti obremenitev. Visoke frekvence in

večje obremenitve imajo načeloma večje učinke. S povečevanjem frekvence obremenitve se zmanjša mehansko breme, ki je potrebno za stimulacijo osteogeneze. Po nekaj ponovitvah osteogeni odziv doseže plato. Dodatno breme ne povzroči dodatnega povečanja osteogenega odziva. Po počitku pa se ponovno vzpostavi občutljivost kostnine za mehanski dražljaj. Deere in sodelavci so nedavno pri mladostnikih dokazali, da najbolj učinkovito povečujejo kostno čvrstost aktivnosti, med katerimi delujejo na telo štirikratniki težnostnega pospeška (4 g), kar so merili z akcelerometri pri 724 mladostnikih. Take aktivnosti torej vključujejo poskoke ali tek s hitrostjo, večjo kot 10 km/h.²⁵

Vpliv telesne dejavnosti na kosti v otroštvu in mladosti

Osteogeni odziv kostnine je najbolj očitni v obdobju rasti. Rast ter pridobivanje kostne mase sta največja pred puberteto ali v zgodnjem obpubertetnem obdobju. Zato večina žensk svojo maksimalno mineralno kostno maso doseže med 15. in 20. letom starosti, moški pa nekoliko kasneje.²⁶ Pri otrocih, ki se intenzivno ukvarjajo s športi, pri katerih prihaja do visokih obremenitev kosti ob pospeških oziroma pojemkih (tenis, troskok, gimnastika, nogomet), so ugotovili višjo mineralno kostno gostoto²⁷ in večje nalaganje kostnine na endostealni površini kot pri enako starih vrstnikih.²⁵ Nikander in sodelavci so ugotovili majhen, a pomemben vpliv telesne vadbe s pospeški in pojemki na obremenjenih delih okostja pri dečkih. Ugotovili so, da je učinek telesne vadbe na kostno čvrstost največji pri dečkih pred puberteto, nekaj koristi pa je mogoče pričakovati tudi pri adolescentih obeh spolov, če redno trenirajo.²⁸ Do podobnih zaključkov so prišli Sayers in sodelavci; le intenzivna in redna telesna vadba povečuje maso kortikalne kosti pri adolescentih.²⁷ Pri mladih rekrutih je le 12-tedenski trening (vaje za moč, vzdržljivost, krožna vadba in igre z žogo) značilno zvečal premer vratu stegenice in njeno gostoto, predvsem na račun subperiostalnega odlaganja nove kostnine, kar so dokazali z magnetnoresonančnim slikanjem stegenice in z DXA meritvijo. S kvantitativno ul-

trazvočno preiskavo petnice so ugotavljali tudi izboljšanje kostne ultrastrukture.²⁹

Pri športnikih, pri katerih prihaja do večje obremenitve ene strani telesa ali določenega dela telesa (npr. dominantna roka pri igralcih tenisa), so na tem delu ugotovili večjo kostno gostoto oziroma kostno čvrstost.²⁸ Razlika je še večja, če se je otrok s športno dejavnostjo, pri kateri bolj obremenjuje eno stran, pričel ukvarjati pred puberteto. Pri otrocih, ki se ukvarjajo z vzdržljivostnimi športi (tek, plavanje, kolesarjenje), niso opazili take razlike. Torej imajo določene oblike telesne vadbe v mladosti večji vpliv na kostno gostoto kot druge.²⁵ Redna telesna dejavnost v obliki dodatnih ur telovadbe v predpubertetnem obdobju, pa tudi v puberteti, je dobra primarna preventivna strategija za zmanjševanje tveganja za zlom v starosti.³⁰

Po drugi strani pa preveč intenzivna telesna dejavnost lahko vodi v zaplete: poškodbe in (mikro-) travmatske zlome kosti. Zaradi poškodb je včasih potrebna imobilizacija oziroma prekinitev treninga, ki ji sledi izguba kostne mase kot odgovor na zmanjšano obremenitev. Pri dekletih se lahko zaradi pretirane telesne dejavnosti, motenj hranjenja ter zato prenizke telesne mase razvije hipotalamična oligomenoreja ali amenoreja. S tem povezano pomanjkanje estrogenov lahko povzroči zmanjšanje kostne mase ali vsaj zavre ugodne učinke telesne dejavnosti na kostno izgradnjo.³¹ Nekateri avtorji pa poročajo, da vrsta športa, odstotek telesne maščobe in telesna teža pri športnicah bolj pomembno vplivajo na kostno maso kot motnje menstruacijskega ciklusa.^{32,33}

Pretreniranost, prenizka količina telesnega maščevja, kronični stres, motnje hranjenja lahko povzročijo funkcionalni hipogonadotropni hipogonadizem tudi pri moških, vendar je pojav pri njih redkejši.

Vpliv telesne dejavnosti na kosti v odrasli dobi

Kmalu po doseženi maksimalni kostni masi se počasi proces kostne premene prične nagibati v prid kostne razgradnje. Izguba kostne mase s starostjo je posledica dveh procesov – večje resorpcije kosti na endostealni površini in relativno manjše apozicije subperiostalne kostnine,²⁶ kar je manj izraženo pri moških zaradi učinkov testosterona. Po četrtem desetletju življenja zmanjšana apozicija subperiostalne kostnine vodi v tanjšanje in povečanje poroznosti kortikalne kostnine ter stanjšanje trabekul ob hkratni izgubi medsebojnih trabekularnih povezav. Pri tem ni pomembna le masa pridobljene oziroma izgubljene kostnine, pač pa predvsem hitrost, s katero procesa potekata.¹⁴ Sočasno z izgubo kostnine v starosti se namesto osteoblastogeneze prične kopičenje maščevja v kostnem mozgu. Mezenhimske matične celice, ki so občutljive na mehanske dražljaje, se ob odsotnosti telesne dejavnosti in z njo povezanih mehanskih dražljajev diferencirajo v adipocite namesto v osteoblaste. To pomeni, da telesna vadba vpliva tudi na razporeditev in količino maščobnega tkiva.^{20,26,34}

Izguba kostnine se pri ženskah izrazi to pospeši po menopavzi, ko pomanjkanje estrogenov omogoči pospešeno razgradnjo

Tabela 1: Priporočena telesna dejavnost za preprečevanje osteoporoze in osteoporoznih zlomov.

Svetovane vrste telesne dejavnosti	Pogostost
hitra hoja ali lahek tek	45–60 minut trikrat tedensko
poskoki, skakanje čez kolebnico, step aerobika	poskoki v višino za pribl. 10 cm (50 poskokov) tri- do šestkrat tedensko
vaje proti uporabi elastičnega traku ali žoge ali na napravah za fitness (70–80 % maksimalne moči) aktivirane mišice: abduktorji in adduktorji kolka, kvadriceps, dorzalni in plantarni fleksorji stopala, ekstenzorji hrbta, ekstenzorji zapestja, mišice ramenskega obroča	vsaka vaja ima 8–10 ponovitev ter 2–3 serije

kostnine, ki je izgradnja več ne dohaja. Imamo več dokazov, da pomanjkanje estrogenov v kombinaciji z zmanjšanjem vsakodnevne telesne dejavnosti po menopavzi neposredno zmanjšuje anabolne procese v kosti.³⁵ Estrogenski receptorji (ER) so ključni dejavniki v prilagajanju osteocitov in osteoblastov na mehanske dražljaje. Signalne poti ER α sinergistično z mehanskimi obremenitvami kosti uravnavajo prenos mehanskih dražljajev na osteocite, v katerih s prostaglandinom E₂ zavirajo tvorbo sklerostina in omogočijo z bremenom spodbujeno tvorbo in mineralizacijo kostnine.³⁵

Telesna dejavnost v starosti in preprečevanje osteoporoznih zlomov

Ker je cilj zdravljenja osteoporoze preprečevanje osteoporoznih zlomov, bi bile najbolj povedne randomizirane prospektivne raziskave, ki bi dokazale, da telesno dejavni ljudje utrpijo manj osteoporoznih zlomov kot tisti, ki niso. Padci so pomemben dejavnik tveganja za zlom, vendar je incidenca padcev relativno nizka, še nižja pa je incidenca nizkoenergijskih zlomov, ki so posledica padcev. Zato bi moral vzorec šteti okoli 7000 preiskovancev, da bi dokazali npr. pomembno manjšo pojavnost zlomov kolka; ta velikost vzorca je v praksi težko dosegljiva. Zaradi tega in zaradi nezmožnosti izvajanja dvojno slepega poskusa s telesno dejavnostjo, saj preiskovanec ve, ali telovadi ali ne, so večinoma dostopni podatki iz observacijskih prospektivnih in retrospektivnih študij kohort,³⁶ priporočila pa so oblikovana na podlagi mnenj strokovnjakov, konsenza ter omenjenih tipov raziskav.^{37,38} V kanadski študiji so te težave obšli s simulacijo in ugotovili, da je pri ženskah med 40. in 65. letom za zmanjševanje skupnega števila osteoporoznih zlomov najbolj cenovno učinkovita promocija telesne dejavnosti. Telesna dejavnost igra pomembno vlogo pri ženskah, starejših od 65 let, z nizkim tveganjem za osteoporozni zlom (poleg telesne vadbe je pomemben še vnos vitamina D, kalcija in beljakovin) ter pri ženskah z visokim tveganjem, pri katerih je poleg telesne

dejavnosti nujno medikamentno zdravljenje.³⁹

Telesna dejavnost, ob kateri na kostnino delujejo pospeški in pojemki (sila težnosti in mehanske sile mišic), ima verjetno največji vpliv na kostno pregrajevanje in zmanjšuje tveganje za zlom.⁴⁰ Poleg tega tudi pri osemdesetletnikih telesna dejavnost lahko poveča mišično moč do dvakrat, kar je nesorazmerno veliko glede na povečanje prostornine mišic ali kostne mase.⁴¹ Ker je visoka prevalenca osteoporoze pri pomenopavznih ženskah, je večina raziskav preučevala to skupino. Zato imamo sorazmerno malo podatkov o vplivu telesne dejavnosti pri moških.³⁷ Vpliv telesne dejavnosti na ohranjanje kostne mase je enako pomemben kot dodatek kalcija v prehrani in nekoliko manjši kot farmakološki ukrepi (hormonsko nadomestno zdravljenje z estrogenskimi pripravki ali zdravljenje z drugimi zaviralci kostne razgradnje).¹¹ Programi telesne vadbe namreč pri ženskah pred menopavzo in po njej upočasnijo izgubo kostnine do 1 % na leto v primerjavi z ženskami, ki niso telesno dejavne.¹² Prospektivna nerandomizirana 12 let trajajoča raziskava 137 pomenopavznih žensk z osteopenijo je nakazala pozitiven vpliv telesne dejavnosti (poskoki in vaje proti uporabi štirikrat tedensko) na preprečevanje zlomov v primerjavi z nedejavnimi ženskami v kontrolni skupini, ki pa ni dosegel statistične značilnosti.⁴² Pregledni članek je na podlagi večinoma randomiziranih kontroliranih raziskav zaključil, da je življenjski slog, ki vključuje telesno dejavnost, povezan z nižjim številom zlomov kolka pri ženskah in verjetno tudi pri moških, učinka telesne dejavnosti na druge vrste osteoporoznih zlomov pa niso mogli zanesljivo oceniti.⁴¹ Observacijska raziskava velike kohorte medicinskih sester v Združenih državah Amerike je ugotovila, da imajo zelo telesno dejavne pomenopavzne ženske brez predhodnih zlomov in osteoporoze več kot 50 % manjše tveganje za zlom kolka v primerjavi z nedejavnimi, ter da je tveganje za zlom kolka upadalo linearno obratno sorazmerno z naraščanjem količine telesne dejavnosti. V isti kohorti so ugotovili, da je že hoja (vsaj 4 ure na teden) pri ženskah, ki sicer niso bile

drugače telesno dejavne, za 41 % zmanjšalo tveganje za zlom kolka.⁴³

Zaradi omejitev pri ugotavljanju vpliva telesne dejavnosti na preprečevanje zlomov študije ugotavljajo vpliv telesne dejavnosti na surogatni kazalec, mineralno kostno gostoto (MKG). Metaanaliza zbirke podatkov Cochrane ugotavlja, da kombinirani tipi telesne dejavnosti, ki vključujejo vaje za moč in ciklična gibanja v pokončnem položaju, pomembno pozitivno vplivajo na mineralno kostno gostoto (MKG) hrbtenice, vratu stegenice in trohantra. Tek, poskoki in vadba na vibracijskih podlagah so značilno zvečali le MKG trohantra in celotnega kolka. Hoja in tai-chi sta značilno pozitivno vplivala na MKG hrbtenice in zapestja. Vaje proti uporju so pomembno povečale MKG hrbtenice in vratu stegenice. Statično obremenjevanje kosti (npr. stanje na eni nogi) je statistično značilno povečalo le MKG kolka. Vaje za moč z nizko obremenitvijo in visoko frekvenco ponovitev niso vplivale na nobenega od opazovanih izidov. Zaključili so, da ima telesna dejavnost sorazmerno majhen, a statistično značilen vpliv na kostno gostoto, niso pa dokazali razlike v tveganju za zlome med skupinami, ki so bile telesno dejavne, in kontrolnimi skupinami.⁴³ Nekateri avtorji ugotavljajo, da je za ohranjanje MKG pri ženskah po menopavzi bolj učinkovita vadba, s katero treniramo eksplozivnost (hitrost in moč hkrati), kot pa vadba samo za mišično moč.⁴⁴ Vendar že redna hoja ugodno vpliva na MKG vratu stegenice, ne vpliva pa na MKG hrbtenice.⁴⁵

Wallace in Cumming sta opravila metaanalizo 35 raziskav o vplivu telesne vadbe pri predmenopavznih in pomenopavznih ženskah, s katero sta ugotovila, da imajo telesno dejavne preiskovanke manjše tveganje za zlom kolka kot telesno nedejavne. Delno gre to na račun boljše koordinacije in ravnotežja, ki ga imajo redno telesno dejavni ljudje, in s tem manjšega tveganja za padce in zlome kolka. Prav tako sta dokazala, da telesna vadba upočasni izgubo kostne mase hrbtenice. Pri pregledu randomiziranih raziskav sta ugotovila pozitiven vpliv telesne dejavnosti na kostno maso lumbalne hrbtenice. Rezultati niso bili tako prepričljivi za vrat stegenice.¹¹ Drugi avtorji so poročali,

da telesna vadba, ki povzroči le majhne spremembe v MKG (za 1–2 %), poleg izboljšane ravnotežja in koordinacije lahko do 50 % zmanjša pojavnost zlomov.⁴⁶

Zaključek

Dokazi, da redna telesna dejavnost v otroštvu povečuje kostno gostoto, v odrasli dobi in starosti pa upočasnjuje izgubo kostnine, so prepričljivi kjub raznoliko zasnovanim študijam, nizki adherenci z režimom telesne vadbe v nekaterih raziskavah in različnim izhodišnim pogojem (predmenopavza, pomenopavza, osteopenija, osteoporoz, dodatek kalcija poleg telesne dejavnosti ipd). Redna telesna vadba po posebnem režimu je posebej pomembna za bolnike in bolnice z osteoporozo, saj tudi pri nizki kostni gostoti in po osteoporoznem zlomu redna vadba preprečuje padce in nove zlome. Telesna vadba, ki jo priporočamo bolnikom z osteoporozo, je stroškovno učinkovita. Če jo bolniki izvajajo z upoštevanjem previdnostnih ukrepov, je tudi varna. Gibanje v naravi ima dodano vrednost, ker sončni žarki spodbujajo tvorbo vitamina D v koži. Tako ima telesna dejavnost dvojen ugodni učinek na kosti. Nenazadnje redna telesna dejavnost koristi pri obvladovanju morebitnih sočasno prisotnih kroničnih bolezni, npr. srčno-žilnih in sladkorne bolezni.⁴⁷

Dodatek

Praktični napotki za telesno vadbo, ki koristi okostju

Pri svetovanju glede telesne dejavnosti bolnikom, ki še niso utrpeli osteoporoznega zloma, moramo upoštevati, da mora biti vadba dovolj pogosta in intenzivna (70–80 % maksimalne moči), s primernim številom ponovitev, gibi, izvedeni z ustrežno hitrostjo, predvsem pa morajo biti vaje ustrezno izbrane.³⁸ Ženske v srednjih letih in starosti morajo navadno v primerjavi z moškimi trenirati več in bolj intenzivno, da dosežejo izboljšanje kostne mase. Če ni kontraindikacij, je potrebno vključiti vadbo, pri kateri pride do delovanja pospeškov na

kost: poskoki (npr. skakanje čez kolebnico), tek, hitro hojo po stopnicah ter vaje z utežmi, s katerimi krepimo mišice v področjih, kjer najpogosteje pride do osteoporoznih zlomov (Tabela 1). Trening mišične moči je tako usmerjen v mišice okoli kolka, kvadriceps, dorzalne in plantarne fleksorje stopala, ekstenzorje hrbta, ekstenzorje zapestja ter mišice ramenskega obroča.^{38,48} Koristna je hitra hoja, ki naj bi jo idealno izvajali 45–60 minut hkrati z vajami, 3-krat tedensko.⁴⁸ Vaje naj bodo uravnotežene, da ne pride do pretreniranosti ene mišične skupine na škodo druge, posebej pozorni moramo biti na pravilno izvedbo, da med vadbo ne pride do padca ali poškodbe. Zato naj se vadba začne z nižjo intenzivnostjo in se počasi stopnjuje. Svetujemo vsaj dva- do trikrat tedensko po 15–60 minut aerobne aktivnosti in vaje za moč. Pri vajah z utežmi naj vadeči napravijo 6–8 različnih vaj, vsako vajo izvedejo 8-do 10-krat v 2–3 serijah, pri skokih pa 50 poskokov 3-do 6-krat tedensko.⁴⁸ Prag intenzivnosti vadbe, pri katerem dosežemo vpliv na kostno maso, se od osebe do osebe razlikuje. Verjetno je nižji pri ljudeh, ki imajo že izhodno nizko kostno maso. Zato pri njih že od manj intenzivne telesne vadbe pričakujemo korist. Vadeči naj se, ko so že dobro vpeljani v telesno vadbo, trudijo, da gibe izvajajo kontrolirano in čim hitreje, saj imajo eksplozivne mišične kontrakcije največji osteogeni potencial.⁴⁹ Žal imajo pri telesno netreniranih tudi velik potencial za poškodbo, zato velja pri vsaki vadbi upoštevati načelo zmernosti. Najpomembneje je vztrajati pri redni telesni dejavnosti, kar je na dolgi rok lažje zagotoviti, če telesna dejavnost postane del vsakdanjika.⁴⁸

Pri bolnicah in bolnikih, ki so že utrpeli osteoporozni zlom, sta poleg ustreznega farmakološkega zdravljenja osteoporoze telesna dejavnost in zgodnja rehabilitacija po zlomu ključna sestavna dela obravnave. Telesno dejavnost spodbujamo že zgodaj po travmatološki ali ortopedski obravnavi, saj zgodnja mobilizacija preprečuje atrofijo mišic in pripomore k celjenju kostnine, vendar ravnamo postopno in pazljivo. Bolniki, ki so utrpeli osteoporozni zlom, imajo motnje v obsegu gibanja, zato je potrebno izbor dejavnosti prilagoditi tej omejitvi. Tako se pri

bolnikih, ki imajo zaradi zlomov vretenc podarjeno torakalno kifoza, težišče pomakne naprej; zaradi kifoze se vzpostavi nenormalen vzorec gibanja, ki vpliva na mišice trupa, zgornjih in spodnjih udov. Nenormalna telesna drža in zato nenormalni gibalni vzorci vodijo v motnje ravnotežja in pogostejše padce.⁵⁰ V obravnavo bolnikov je smiselno vključiti fiziatra ali fizioterapevta, saj naj bi telesna dejavnost preprečevala deformacije in napačne gibalne vzorce.⁵⁰

Cilj je, da je po postopnem uvajanju telesne dejavnosti telovadba na urniku vsak dan ali večino dni v tednu. Tedenski obseg vadbe je potrebno enakomerno porazdeliti. Bolnik naj vse dele telesa obremenjuje enakomerno. Veliko bolj pomembno kot število vaj oziroma število ponovitev je pravilno izvajanje gibov, sploh na začetku.⁴⁸ Vaje naj bi poskrbele za krepitev mišic, vadbo koordinacije, ravnotežja in gibljivosti, osvajanje ustreznih gibalnih vzorcev ter blaženje bolečine. Pri bolnikih po osteoporoznem zlomu se je potrebno izogibati sunkovitim gibom, ki so slabo nadzorovani, rotacijam in gibanju, ob katerem pride do fleksije ali ekstenzije hrbtenice, vajah, pri katerih vadeči ne vidi, kam stopa (npr. pri hoji nazaj), in vajah, pri katerih pride do hitrih pospeškov oziroma pojemkov. Dobro dostopna in enostavna vaja, ki izpolnjuje vse te zahteve, je hoja (hoja po ravnem, hitra hoja, hoja po stopnicah navzgor).⁵¹ Nekateri avtorji priporočajo tudi plavanje in kolesarjenje na sobnem kolesu,⁵⁰ vendar obe dejavnosti manj vplivata na tvorbo kostnine, saj je vpliv telesne teže zmanjšan. Če je bolnik že telesno dejaven, je potrebno oceniti, kako vadi. Avstralski avtorji so ugotovili, da tudi večnamenska vadba (vključuje vaje za krepitev mišic, izboljševanje gibljivosti in ravnotežja ter krepitev kardiovaskularne zmogljivosti) pomaga preprečevati padce pri starejših,⁵² zato je smiselno spodbujati vsako telesno dejavnost, če zanjo ni kontraindikacij. Pri onemoglih starejših bolnikih je poleg mobilizacije nujno izvajati tudi vaje za moč in ravnotežje, saj sicer mobilizacija takega bolnika lahko privede do padca.⁴⁸

Pomembno se je zavedati, da preprečevanje padcev ne prepreči vseh osteoporoznih zlomov, zato je poleg redne telesne dejavno-

sti bolnike in bolnice potrebno opozoriti, da tudi v vsakodnevem življenju uporabljajo pravilne gibalne vzorce (npr. posedanje v postelji preko boka) in upoštevajo pravila, ki varujejo pred nastankom novega zloma (varno dviganje in nošenje bremen z vzravnano hrbtenico, pri čemer se dvig dogaja v kolku, trebušne in hrbtne mišice pa stabilizirajo trup).⁵¹ V domačem okolju bolnika z osteoporozo je potrebno poskrbeti za odstranitev ovir in za dobro osvetljavo, da se bolnik ne spotika. Če je mogoče, naj stopnice ne bodo strme, ob straneh naj bodo stabilne ograje za oprijem. Razmere zunaj doma težje nadzorujemo. Neravne cestne površine, posebej ko so zasnežene ali poledenele, predstavljajo nevarnost za padec. Ti so možni tudi ob udeležbi v prometu in uporabi javnega prometa (nenadni pospeški).⁵³ Starejše bolnike

(posebno po 75. letu) ob pregledu enkrat letno vprašamo po padcih. Če je bolnik utrpel padec, je potrebno povprašati o okoliščinah in oceniti, ali bolnik jemlje zdravila, ki bi lahko prispevala k padcu. Padci nakazujejo veliko tveganje za ponovitev; pomembni dejavniki so tudi majhna mišična moč spodnjih udov, negotova hoja, motnja ravnotežja in/ali motnja koordinacije.^{54,55} Po presoji je smiselno bolnika, ki večkrat pade, napotiti na nadaljnjo obravnavo glede na vodilne težave: oftalmološko (vidna ostrina in globinski vid), otorinolaringološko-nevrolško (ravnotežje, hoja, propriocepcija, refleksi, testiranje kortikalnih, cerebelarnih in ekstrapiramidnih funkcij) ali kardiološko obravnavo (srčna frekvenca, ritem, posturalna/ortostatska hipotenzija).^{53,54}

Literatura

1. WHO Scientific Group in the Prevention and Management of Osteoporosis. Prevention and management of osteoporosis: report of a WHO scientific group. Geneva: World Health Organization; 2003.
2. Kai MC, Anderson M, Lau EM. Exercise interventions: defusing the world's osteoporosis time bomb. *Bull World Health Organ* 2003; 81(11): 827–30.
3. Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2006; 17: 1726–33.
4. Girgis CM, Seibel MJ. Atypical femur fractures: a review of the evidence and its implication to clinical practice. *Ther Adv Musculoskel Dis* 2011; 3: 301–14.
5. Bocanegra-Pérez MS, Vicente-Barrero M, Sosa-Henríquez M, Rodríguez-Bocanegra E, Limiñana-Cañal JM, López-Márquez A, et al. Bone metabolism and clinical study of 44 patients with bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17: e948–55. doi: 10.4317/medoral.17946.
6. Prentice A. Diet, nutrition and the prevention of osteoporosis. *Public Health Nutrition* 2004; 7: 227–43.
7. Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2013; 24: 23–57.
8. Holm L, Olesen JL, Matsumoto K, Doi T, Mizuno M, Alsted TJ, et al. Protein-containing nutrient supplementation following strength training enhances the effect on muscle mass, strength, and bone formation in postmenopausal women. *J Appl Physiol* 2008; 105: 274–81.
9. Kocjan T, Preželj J, Pfeifer M, Jensterle Sever M, Čokolič M, Zavratnik A. Smernice za odkrivanje in zdravljenje osteoporoz. *Zdrav Vestn* 2013; 82: 207–17.
10. Roghani T, Torkaman G, Movasseghe S, Hedayati M, Goosheh B, Bayat N. Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatol Int* 2013; 33: 291–8. doi: 10.1007/s00296-012-2388-2.
11. Wallace BA, Cumming RG. Systematic review of randomized trials of the effect of exercise on bone mass in pre- and postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 2000; 67: 10–18.
12. Wolff I, van Croonenborg JJ, Kemper HC, Kostense PJ, Twisk JW. The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1999; 9: 1–12.
13. Prior JC, Barr SI, Chow R, Faulkner RA. Physical activity as therapy for osteoporosis. *Can Med Assoc* 1996; 155: 940–4.
14. Seeman E, Delmas PD. Bone quality – the material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med* 2006; 354: 2250–61.
15. Schwetz V, Pieber T, Obermayer-Pietsch B. The endocrine role of the skeleton: background and clinical evidence. *Eur J Endocrinol* 2012; 166: 959–67. doi: 10.1530/EJE-0030
16. Harada S, Rodan GA. Control of osteoblast function and regulation of bone mass. *Nature* 2003; 423: 349–55.
17. Helmborg A. Bone Metabolism. Dostopno na URL: <http://www.helmborg.at/bone-metabolism.pdf>. Pridobljeno 12.09.2013.
18. Ardawi MS, Rouzi AA, Qari MH. Physical Activity in Relation to Serum Sclerostin, Insulin-Like Growth Factor-1, and Bone Turnover Markers in Healthy Premenopausal Women: A Cross-Sectional and a Longitudinal Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97: 3691–9. doi: 10.1210/jc.2011-3361.

19. Morseth B, Emaus N, Jorgensen L. Physical activity and the bone: The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Norsk Epidemiologi* 2011; 20: 173–8.
20. Rubin J, Rubin C. Stand UP! [editorial]. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 2050–3.
21. Cheng CJ, Chou CH, Lin SH. An unrecognized cause of recurrent hypercalcemia: immobilization. *South Med J*. 2006; 99(4): 371–4.
22. Lang TF. What do we know about fracture risk in long-duration spaceflight? *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2006; 6: 319–21.
23. Raschke S, Eckel J. Adipo-Myokines: Two Sides of the Same Coin – Mediators of Inflammation and Mediators of Exercise. *Mediators Inflamm* 2013; 2013: 320724. doi: 11552013/320724.
24. Hamrick MW. A Role for Myokines in Muscle-Bone Interactions. *Exerc Sport Sci Rev* 2011; 39: 43–7. doi: 10.1097/JES.ob013e318201f601.
25. Deere K, Sayers A, Rittweger J, Tobias JH. Habitual levels of high, but not moderate or low, impact activity are positively related to hip BMD and geometry: results from a population-based study of adolescents. *J Bone Miner Res* 2012; 27: 1887–95. doi: 10.1002/jbmr.1631.
26. Demontiero O, Vidal C, Duque G. Aging and bone loss: new insights for the clinician. *Ther Adv Musculoskel Dis* 2012; 4: 61–76.
27. Sayers A, Mattocks C, Deere K, Ness A, Riddoch C, Tobias JH. Habitual Levels of Vigorous, But Not Moderate or Light, Physical Activity is Positively Related to Cortical Bone Mass in Adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96: 793–802.
28. Nikander R, Sievänen H, Heinonen A, Daly RM, Uusi-Rasi K, Kannus P. Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Med* 2010; 8: 47. doi: 10.1186/1741–7015–8–47.
29. Eleftheriou KI, Rawal JS, Kehoe A, James LE, Payne JR, Skipworth JR, Puthuchery ZA et al. The Lichfield bone study: the skeletal response to exercise in healthy young men. *J Appl Physiol* 2012; 112: 615–26.
30. Löfgren B, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A 4-year exercise program in children increases bone mass without increasing fracture risk. *Pediatrics* 2012; 129: e1468–76.
31. Christo K, Prabhakaran R, Lamparello B, Cord J, Miller KK, Goldstein MA, Gupta N et al. Bone Metabolism in Adolescent Athletes with Amenorrhea, Athletes with Eumenorrhea, and Control Subjects. *Pediatrics* 2008; 121: 1127–36. doi: 10.1542/peds.2007–2392.
32. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study. *Br J Sports Med* 2005; 39: 282–7.
33. Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Med* 2005; 35: 779–830.
34. Rosen CJ, Bouxsein ML. Mechanisms of disease: is osteoporosis the obesity of bone? *Nat Clin Pract Rheumatol* 2006; 2: 35–43.
35. Sapir-Koren R, Livshits G. Is interaction between age-dependent decline in mechanical stimulation and osteocyte-estrogen receptor levels the culprit for postmenopausal-impaired bone formation? *Osteoporos Int* 2013; 4: 1771–89. doi: 10.1007/s00198–012–2208–2.
36. Karlsson M. Does exercise reduce the burden of fractures? A review. *Acta Orthop Scand* 2002; 73: 691–705.
37. Manske SL, Lorincz CR, Zernicke RF. Bone health: part 2, physical activity. *Sports Health* 2009; 1: 341–6.
38. Body JJ, Bergmann P, Boonen S, Boutsen Y, Bruyere O, Devogelaer JP, et al. Non-pharmacological management of osteoporosis: a consensus of the Belgian Bone Club. *Osteoporosis Int* 2011; 22: 2769–88.
39. Nshimyumukiza L, Durand A, Gagnon M, Douville X, Morin B, Lindsay C, Duplantie J et al. An economic evaluation: Simulation of the cost-effectiveness and cost-utility of universal prevention strategies against osteoporosis-related fractures. *J Bone Miner Res* 2013; 28: 383–94. doi: 10.1002/jbmr.1758.
40. Kohrt WM, Barry DW, Schwartz RS. Muscle forces or gravity: what predominates mechanical loading on bone? *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(11): 2050–5.
41. Karlsson MK, Nordqvist A, Karlsson C. Physical activity, muscle function, falls and fractures. *Food Nutr Res* 2008; 52. doi: 10.3402/fnr.v52i0.1920.
42. Kemmler W, von Stengel S, Bebenek M, Engelke K, Hentschke C, Kalender WA. Exercise and fractures in postmenopausal women: 12-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporos Int* 2012; 23: 1267–76.
43. Feskanich D, Willett W, Colditz G. Walking and Leisure-Time Activity and Risk of Hip Fracture in Postmenopausal Women. *JAMA* 2002; 288: 2300–6.
44. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross c, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011; 7:CD000333. DOI: 10.1002/14651858.CD000333.pub2.
45. von Stengel S, Kemmler W, Kalender WA, Engelke K, Lauber D. Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: a 2-year longitudinal study. *Br J Sports Med*. 2007; 41(10): 649–55.
46. Martyn-St James M, Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone* 2008; 43: 521–31.
47. Kemmler W, von Stengel S, Engelke K, Haberer L, Kalender WA. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Arch Intern Med* 2010; 170: 179–85.
48. Bischoff-Ferrari HA. Three steps to unbreakable bones. *Vitamin D, calcium and exercise*. Nyon: International Osteoporosis Foundation; 2011. Dostopno na URL: <http://www.iofbonehealth.org>. Pridobljeno: 10.09.2013.

49. Guadalupe-Grau A, Fuentes T, Guerra B, Calbet JAL. Exercise and Bone Mass in Adults. *Sports Med* 2009; 39: 439–68.
50. Ksiezopolska-Orlowska K. Changes in bone mechanical strength in response to physical therapy. *Pol Arch Med Wewn* 2010; 120: 368–73.
51. Pfeifer M, Medle M. Kaj lahko storim, da se osteoporozni zlom ne bi ponovil: telesna aktivnost pri hudi osteoporozi. Ljubljana: Eli Lilly farmacevtska družba; 2010.
52. Baker MK, Atlantis E, Fiatarone Singh MA. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing* 2007; 36: 375–81. doi: 10.1093/ageing/afm054.
53. Woolf AD, Akesson K. Preventing fractures in elderly people. *BMJ* 2003; 327: 89–95.
54. Panel on Prevention of Falls in Older Persons, American Geriatrics Society and British Geriatrics Society. Summary of the Updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society Clinical Practice Guideline for Prevention of Falls in Older Persons. *JAGS* 2011; 59: 148–57.
55. Tinetti ME. Preventing Falls in Elderly Persons. *N Engl J Med* 2003; 348: 42–9.