

## Att förebygga och minska konsekvenserna av osteoporos

ANN-CHARLOTTE GRAHN KRONHED OCH GUN-BRITT JARNLO

### Sammanfattning

Osteoporos är en tyst och underbehandlad folkhälsosjukdom som antas öka med det stigande antalet äldre i befolkningen. Det första tecknet på osteoporos är ofta en fraktur, som i sig medför mänskligt lidande och stora ekonomiska konsekvenser för samhället. Diagnosen ställs vanligen med hjälp av undersökningsmetoden Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA). Förutom medicinering finns det en rad förebyggande åtgärder. Fysisk aktivitet/träning anses vara en åtgärd av stor betydelse för människans benmassa, muskelstyrka och balansförmåga. Fysisk aktivitet är också biverkningsfritt, kostnadseffektivt och lättillgängligt. Dessutom kan fysisk aktivitet lindra smärta hos dem som lider av kotkompressioner. Fysisk aktivitet minskar också risken för fallolyckor, som kan resultera i frakturer. Ryggresningsövningar, så kallade "back-ups", rekommenderas för personer med kotkompressioner. Förebyggande insatser som avser att minska benskörhetsrelaterade frakturer bör fokusera på både förebyggande av osteoporos och fallolyckor. Sjukgymnastisk kompetens behövs för att ge information om och genomföra adekvat, väldoserad träning och uppföljning av personer som lider av osteoporos.

**Ann-Charlotte Grahn Kronhed**, dr med vet, specialistsjukgymnast, RehabVäst, Vadstena Vårdcentral, Vadstena.

**Gun-Britt Jarnlo**, dr med vet, docent, Institutionen för hälsa, vård och samhälle, Avd för sjukgymnastik, Lunds universitet, Lund.

**OSTEOPOROS ÄR EN VANLIG**, men tyst folkhälsosjukdom i Sverige. Det vi vanligen talar om gäller den åldersrelaterade osteoporosen, som sällan är diagnostiserad och därför underbehandlad (1). Svenska kvinnor behandlas mycket sällan för osteoporos jämfört med kvinnor i övriga Europa (2). Även ett antal kroniska sjukdomar, mediciner och långvarigt sängläge påverkar benmassan negativt.

Det första tecknet på sjukdomen är ofta en fraktur. Därför är det viktigt att alla med en fraktur efter ett lågenergitrauma, till exempel ett fall från stående, utreds för grundsjukdomen osteoporos (3). Givetvis bör de också utredas för sin fallbenägenhet, eftersom frakturer primärt kan bero på fallolyckan. Nästan alla höft- och underarmsfrakturer uppkommer i samband med en fallolycka (4).

I Sverige inträffar cirka 70 000 osteoporosrelaterade frakturer årligen, varav 18 000 är höftfrakturer. Skandinaviska kvinnor har den högsta incidensen av höftfrakturer i världen (5, 6). Livstidsrisken för att drabbas av en osteoporosrelaterad fraktur hos en svensk kvinna över 50 år är 50 procent och hos män 25 procent (6). Följderna av sjukdomen osteoporos innebär både stort mänskligt lidande och stora ekonomiska konsekvenser för samhället.

Antalet benskörhetsfrakturer ökar i Sverige, vilket kan bero på fler äldre i samhället men också på en fysiskt inaktiv livsstil. Detta kan innebära att ungdomar når en lägre maximal benmassa än tidigare och att vuxna förlorar benmassa snabbare än tidigare generationer (7, 8). Vid tidig upptäckt av riskindivider kan vårdgivare sätta in preventiva åtgärder med smärtlindring, träning, råd om livsstilsförändringar och vid behov farmakologisk behandling.

De sammanlagda direkta och indirekta kostnaderna för osteoporos är cirka 3,5 miljarder svenska kronor per år, varav de direkta kostnaderna uppgick till cirka 3,2 miljarder svenska kronor år 2001 (6, 9).

Om vi räknar in alla kostnader för höft-, kot- och handledsfrakturer stiger kostnaderna till 6 miljarder, varav 66 procent belastar kommunal vård, 31 procent landstingsvård och resterande del är anhörgivård och produktionsbortfall (10).

### **Benmassa och mekanisk belastning**

Den bästa möjliga benmassan, den så kallade peak bone mass, som utvecklas under barndomen och uppnås i tidig vuxen ålder utgör en viktig utgångspunkt för att bedöma risken att utveckla osteoporos. Benmassan kan påverkas positivt av ökad fysisk aktivitet före och tidigt under puberteten och då framför allt i de belastade delarna av skelettet (11). Den fysiska aktivitetsnivån som man tillämpar i ungdomen återspeglas genom motionsvanor senare i livet (12).

Tidpunkten för påbörjad benmineralisering och uppnådd peak bone mass varierar beroende på kön och vilken del av skelettet som avses. Peak bone mass kan till 70-80 procent förklaras av genetiska faktorer (13), men påverkas också betydligt genom fysisk aktivitetsnivå och kalciumintag.

Den åldersrelaterade minskningen (det vill säga oavsett könshormonnivå) av benmassan är cirka 0.5 procent årligen i 50- och 60-årsåldern och accelererar med ökande ålder. Vid menopaus har kvinnor en ökad förlust av benmassa som följd av sjunkande östrogennivåer (14-17).

Det finns ett starkt samband mellan benstrukturens uppbyggnad och dess påverkan genom mekaniska krafter. Mekanisk belastning

påverkar interstitialvätskan som i sin tur påverkar osteocyterna, det vill säga mogna benceller, som har utvecklats från osteoblaster och som finns omslutna djupt nere i det mineraliserade benet. Osteocyterna upptäcker och kommunicerar biofysiska signaler till de benbyggande osteoblasterna och förstärker också signalen till osteoblasterna, för att dessa snabbt ska reagera på en signal som osteoblasterna själva inte har möjlighet att upptäcka (18).

Följande regler styr benadaptationen: 1/ stimulering genom dynamisk belastning är mer gynnsam än statisk, 2/ kort stimulering genom belastning krävs för att initiera ett lämpligt svar, 3/ benceller anpassar sig till en vanemässig, mekanisk miljö, vilket gör dem mindre benägna att svara på rutinsignaler (19). Det bästa osteogenetiska svaret erhålls därför genom dynamisk vikt bärande aktivitet, i synnerhet om den mekaniska belastningen upprepas regelbundet och påverkar skelettet genom höga muskelspänningar i olika riktningar (14).

Träningsprogram som innehåller hopp har betydligt större effekt på benmassan än cykling eller simning (20-22). Både tyngdkraften och muskulaturens dragriktning är nödvändig för att stimulera benmassan. Detta är tydligt hos astronauter som får försämrad benmineralisering efter några veckors tyngdlöshet (14).

Frånvaro av fysisk aktivitet och belastning, till exempel genom sängläge under en längre tid, påverkar benmassan negativt. Bentätheten i de vikt bärande delarna av skelettet såsom kotkroppar, höft- och hälben minskar i synnerhet. En studie visade att det inte sker någon fullständig återhämtning av benmassan trots normal vikt bärande aktivitet under ett halvår efter avslutad inaktivitetsperiod (23).

Fysisk aktivitet/träning kan öka benmassan hos unga människor, minska åldersrelaterad benmasseförlust och dessutom öka benmassan med några procent hos äldre (16, 24).

Fysiskt aktiva äldre individer har ca 30-40 procent lägre incidens av höftfraktur än fysiskt inaktiva (25-28). Orsaken till minskad frakturincidens hos fysiskt aktiva är sannolikt den förbättrade muskelstyrkan, benmassan, balansförmågan och koordinationen som uppnås genom fysisk träning (14, 26, 28-32).

Träningseffekten kvarstår emellertid inte efter avslutad träning (33). Frakturprevention bör därför fokusera både på osteoporosbe-

”Träningsprogram som innehåller hopp har betydligt större effekt på benmassan än cykling eller simning”

”En intervention som verkar lovande mot osteoporos är ökad fysisk aktivitet”

handling och på förebyggande av fallolyckor bland äldre (32).

### **Definition, riskbedömning och behandling av osteoporos**

Undersökning med hjälp av Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) av rygg och höft är den accepterade metoden både för osteoporosdiagnostik enligt WHO-definition från 1994 och för kontroll av behandlingseffekt.

Bentäthetsvärdet anges ofta som Bone Mineral Density (BMD, g/cm<sup>2</sup>). När uppmätt BMD relateras till medelvärdet för normalbefolkningen av unga vita kvinnors BMD, så benämns värdet T-score. Osteopeni (låg bentäthet) föreligger då bentätheten ligger mellan 1 och 2,5 standarddeviationer (SD) under medelvärdet för unga kvinnor. Osteoporos definieras som bentäthet mer än 2,5 SD under medelvärdet. Manifest osteoporos innebär osteoporos och samtidig förekomst av en eller flera lågenergiutlösta frakturer (34).

WHO har nyligen publicerat en beräkningsmodell som kallas FRAX<sup>®</sup> för 10-års-skattning av risk för höftfraktur och andra osteoporosrelaterade frakturer hos en individ. Beräkningsmanualen är publicerad på nätet under sökordet FRAX<sup>®</sup> (35).

Minskad kroppslängd är en stark indikator på kotdeformiteter orsakad av kotkompressioner eller degenerativa förändringar i intervertebrala diskar (36). Att mäta aktuell kroppslängd och jämföra med kroppslängden i 20-årsåldern kan ge indikation på förekomst av kotfraktur. Det är viktigt att konstatera eventuell längdminskning, för att kunna sätta in rätt åtgärder som avser att förebygga ytterligare kotfrakturer (37).

Sedan mer än tio år tillbaka finns det farmakologiska behandlingar, som antingen hindrar bennedbrytningen eller stimulerar bentillväxten. Nackdelen med dessa mediciner är att de är förhållandevis dyra och kan ge biverkningar och därför inte kan ges till samtliga personer med osteoporos. Långtidsuppföljning av dessa mediciner visar på bättre effekt på kotfrakturer än på perifera frakturer i övre och nedre extremiteter (38). Resultatet kan tolkas så att de perifera frakturerna beror mer på fallbenägenhet än på ett skelett med låg hållfasthet. Det här ger ett starkt stöd för intensifierat, aktivt fallförebyggande arbete.

Ett temanummer om osteoporos finns i Läkartidningen nr 40, 2006 (39). En omfattande översikt av sjukdomen osteoporos är utgiven av Svenska Osteoporossällskapet 2008 (40).

Kalcium och D-vitamin är den vanliga behandlingen av äldre personer med hög frakturrisik (41), liksom fysisk aktivitet/träning som utförs i både preventivt och behandlande syfte. Andra åtgärdbara riskfaktorer för osteoporos är till exempel rökning, låg kroppsvikt och brist på fullvärdig kost. Dagliga promenader/utevistelse ger ett tillskott av D-vitaminer via huden. D-vitamin förefaller också ha god effekt på muskelfunktionen i de nedre extremiteterna (42).

En intervention som verkar lovande mot osteoporos är ökad fysisk aktivitet (43). Här finns beprövade metoder som ger få eller inga biverkningar, är billiga och tillgängliga för alla. Extrem träning kan ge hormonpåverkan och menstruationsrubbningar, som i sin tur leder till benskörhet (44). Motsvarande hormonpåverkan vid högintensiv träning finns även hos män (17, 45).

### **Sjukgymnastiska åtgärder vid osteoporos**

Styrketräning med måttlig intensitet och balanstrening rekommenderas speciellt för äldre personer med osteoporos (14). Före ett träningspass är det viktigt med uppvärmning under cirka tio minuter (46, 47). Viktbärande träning som utförs i stabila utgångsställningar är särskilt lämpligt för sköra personer. Valda övningar ska minimera risken för ledbesvär, fall och frakturer.

Belastningen måste anpassas individuellt då olika träningsredskap och tyngder används (30, 48-50). Belastningen ska vara specifik för den kroppsregion som man vill påverka och sedan ökas progressivt för att uppnå bästa möjliga effekt på benmassan.

Yngre personer kan gärna delta i styrketräning med hög intensitet och hopp som ger höga muskelspänningar och stor belastning (20-22). En studie visade att premenopausala kvinnor som utförde 50 vertikala hopp varje dag under ett halvår ökade BMD i trokanter major (20, 21). Premenopausala kvinnor som utförde olika hopp tre gånger per vecka under 18 månader ökade BMD i femur, lårbenshals och ländrygg (22).

En annan studie med yngre kvinnor, vilka deltog i 30 minuters promenad tre gånger per vecka i kombination med minst en timmes styrke- och konditionsträning per vecka under totalt ett år, visade en liten men signifikant ökning av BMD i ryggraden (51).

Systematiska litteraturöversikter visar att regelbunden styrketräning av rygg och nedre extremiteter ger effekt på bentäthet hos både medelålders och äldre kvinnor.

De studier som visade god effekt på bentäthet inkluderade träningsprogram som utfördes minst tre gånger per vecka under ett år. Träningsbelastningen bestod av progressivt ökad belastning på upp till 75-80 procent av En Repetition Maximum, 1RM, där tio repetitioner utfördes två till tre omgångar på respektive träningsstation vid varje träningstillfälle (total träningstid var cirka 50 min/tillfälle).

Även balans- och hoppövningar ingick i flera träningsprogram. Försiktighet ska dock iaktas med hoppövningar för äldre kvinnor som har osteoporos i höftregionen (46).

Träning kan ske i grupp och/eller som hemträning med stöd av specialutbildad träningsledare (31, 46, 52, 53).

Isometrisk kontraktion av ryggmuskulaturen kan minska smärta och ödem vid en kotkompression. Kronisk ryggsmärta kan bero på posturala deformiteter såsom kyfotiska för-

ändringar i kotpelaren som ger olämplig belastning på ligamenten. Kotfrakturer, höggradig kyfos och längdminskning kan leda till iliocostal kontakt, vilket kan ge ett iliocostalt friktionssyndrom med smärta i nedre delen av bälen (36, 48, 54, 55).

Många kotfrakturer i thorakalryggen kan ge minskad lungkapacitet och andningsbesvär, medan kotfrakturer i ländryggen kan ge minskad bukvolym och orsaka framskjutande mage (36). En särskilt utformad ryggortos kan ge minskad kyfotisk vinkel, minskad smärta och förbättrad livskvalitet hos användaren (28).

Ryggresningsövningar, så kallade "back-ups", liggande på mage, eventuellt med kudde under magen, är en bra investering som på sikt kan ge förbättrad muskelstyrka/hållning, minskad ryggsmärta och minskad risk för kotfraktur hos personer som lider av osteoporos (48, 56-58). Vissa bålövningar såsom "sit-ups" och vridövningar kan däremot ge ökad risk för kotkompressioner och bör därför undvikas (55, 57). Medelålders postmenopausala kvinnor som utförde tio "back-ups" vid varje träningstillfälle fem dagar per vecka under en tvåårsperiod hade betydligt färre kotkompressioner jämfört med en kontrollgrupp vid en tioårsuppföljning (58).

Liknande hemprogram med "back-ups" har, förutom förbättrad ryggmuskulaturstyrka, visat

..."regelbunden styrketräning av rygg och nedre extremiteter ger effekt på bentäthet hos både medelålders och äldre kvinnor"



Gruppträning.



## ”Regelbundet deltagande i Tai Chi eller balansträning i grupp har visat minskad risk för fall och fallskador bland deltagarna”

positiva effekter på hälsorelaterad livskvalitet hos postmenopausala osteoporotiska kvinnor, vilka tränade regelbundet fem dagar per vecka under minst fyra månader (56) och kan förebygga åldersrelaterad ökning av brösttryggskyfos hos medelålders kvinnor som tränade tre gånger per vecka under ett år (59).

Andra lämpliga hemövningar för osteoporotiska personer är övningar som utförs i stabila utgångsställningar. Exempel på sådana övningar är ”knäfyrfotastående” med sträckning av arm och ben i diagonaler, upprätningsövningar av ryggen i stående genom placering av händer i nacken eller på höfterna med samtidigt utåtförda armbågar, armsträckning mot vägg, träning av lärmuskulatur genom upprensövningsövningar från stabil stol och genom försiktiga knäböjningar i stående (eventuellt med lätt handstöd) (47, 60, 61).

Ett hemträningsprogram med liknande övningar som utfördes varje dag under tolv veckor visade förbättrad muskelstyrka, rörlighet samt livskvalitet hos osteopena och osteoporotiska postmenopausala kvinnor (62).

Träning i bassäng ger ingen påverkan på bentäthet eller rädsla för att falla, men kan ge effekt på balansförmåga och livskvalitet (63). Många upplever att det varma vattnet kan underlätta rörelseträning efter olika typer av frakturer, men det saknas evidens för detta (64).

Metaanalyser, som inkluderade studier där interventionen enbart utgjordes av 20 till 60 minuters promenader tre till fyra gånger per vecka i självvald måttlig till rask promenadtakt visade på blygsam effekt på BMD i ländryggen respektive höftregionen hos postmenopausala kvinnor (65, 66). Detta överensstämmer med en tidigare Cochraneöversikt (67).

En studie betonade att kvinnorna helst ska promenera i lugn takt, eftersom ett samband mellan raska promenader och ökad fallrisk noterades hos deltagarna (medelålder 66 år och inträffad överarmsfraktur sedan två år) (68). Promenader kombineras lämpligen med styrketräning för att uppnå bästa möjliga effekt på bentätheten (69).

### Sjukgymnastiska åtgärder vid fallprevention

Populationsbaserade studier har visat att det går att förebygga fallrelaterade skador (70). Fallriskfaktorerna varierar mellan olika grup-

per och mellan yngre och äldre. Effektiv fallprevention riktar sig mot de specifika faktorerna och måste analyseras innan åtgärderna sätts in (39).

Minskad muskelstyrka och nedsatt vestibularisfunktion är viktiga orsaker till försämrad balansförmåga och ökat antal falltillbud bland äldre (71-75). Redan i 50-60-årsåldern observeras påvisbara åldersrelaterade förändringar i muskelstyrka och i de somatosensoriska och vestibulära systemen (73, 75). I hög ålder är det möjligt att förbättra balansförmågan betydligt genom styrketräning av nedre extremiteter och genom specifik träning, vilken är inriktad på att stimulera de olika sensoriska systemen (visuellt, vestibulärt och somatosensoriskt system) och deras centrala integration (76-78).

Övningar kan utföras genom lägeändringar, gångövningar i olika riktningar, eventuellt kombinerade med huvud- eller ögonrörelser, tågång, gång på linje (häl intill tå) framåt respektive bakåt, stående på mjukt underlag med öppna eller slutna ögon och dessutom genom diverse bollövningar (76, 77, 79-81). Enkla balansövningar kan utföras i hemmet jämfotastående eller gångstående häl intill tå på stabilt eller mjukt underlag med öppna alternativt slutna ögon, där individen kan ta stöd vid behov (61).

Regelbundet deltagande i Tai Chi eller balansträning i grupp har visat minskad risk för fall och fallskador bland deltagarna (14, 80-83). Line dance har också föreslagits som bra träning för postmenopausala kvinnor genom dess positiva effekter på balansförmågan (84, 85).

Antal falltillbud bland äldre kan minskas genom handledd balansträning i grupp, med högst tio deltagare per träningsinstruktör samt ”skräddarsydd” träning. Eventuellt kan gruppträningen kombineras med hemövningar. Träningen ska ställa stora krav på balansförmågan och inte avse promenader, eller tillämpas på en högriskgrupp (78). En träningsstudie visade att antal fallrelaterade frakturer bland osteopena/osteoporotiska kvinnor kan minskas genom ett handledt balanskrävande träningsprogram som utförs i grupp och som kombineras med hemövningar (31).

Kvinnor med en medelålder på 68 år, som hade ådragit sig underarmsfraktur hade minskad gånghastighet och handstyrka på friska si-

dan under det år som följde efter frakturen (86). Personer som har osteoporos behöver således inte bara behandling för sin skadade kroppsdel, utan också bedömning och behandling/träning/uppföljning av allmän fysisk aktivitet samt uppmaning till regelbunden fysisk aktivitet. I synnerhet efter en inaktivitetsperiod, till exempel efter fraktur/kotkompresion, är det extra viktigt att stimulera och uppmuntra personer till fysisk aktivitet, så att de kan minska risken för kommande fallolyckor och därmed slippa bli hjälpberoende.

I relation till antalet äldre som vistas på sjukhus och äldreboende, så inträffar de flesta fallolyckor där (39). Studier från Umeå visar att äldre, även de med nedsatt kognitiv funktion, är träningsbara och framför allt i multifaktoriella program (87-91).

### Hälsorelaterad livskvalitet hos personer med osteoporos

En svensk studie visade att hälsorelaterad livskvalitet mätt med SF-36 var betydligt lägre hos patienter som hade haft kot- och/eller höftfraktur jämfört med de som hade haft underarms- och/eller överarmsfraktur (92). Osteoporotiska personer kan uppleva svår smärta som orsakas av kotfrakturer. Det har dock uppskattats att hälften av alla kotfrakturer är symptomfria (36). Sambandet mellan smärta och antal kotfrakturer är sålunda måttligt, medan funktionsnedsättning ofta korrelerar bättre med antal kotfrakturer (54, 93).

Det sjukdomsspecifika frågeformuläret QUALEFFO-41 (the quality of life questionnaire of the European Foundation for osteoporosis) har utvecklats för patienter med manifest osteoporos i ryggraden (94, 95). Frågeformuläret är översatt till svenska, men har ännu inte validerats för svenska förhållanden. Ett samband mellan låg hälsorelaterad livskvalitet och ökat antal kotfrakturer har konstaterats vid mätning med QUALEFFO-41 (96).

Patientföreningen Riksföreningen Osteoporotiker (ROP) har en hemsida <http://www.osteoporos.org/> med information till sina medlemmar och till vårdgivare. ○

### Referenser

1. Boonen S, Dejaeger E, Vanderschueren D, Venken K, Bogaerts A, Verschueren S, Milisen K. Osteoporosis and osteoporotic fracture occurrence and

prevention in the elderly: a geriatric perspective. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 2008;22:765-85.

2. [http://ec.europa.eu/health/ph\\_publication/eb\\_health\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_publication/eb_health_en.pdf) (citerad 090313).

3. Tosi LL, Lane JM. Osteoporosis prevention and the orthopaedic surgeon: when fracture care is not enough. *J Bone Joint Surg Am* 1998;Nov;80(11):1567-9.

4. Tamblyn R, Reid T, Mayo N, McLeod P, Churchill-Smith M. Using medical services claims to assess injuries in the elderly: sensitivity of diagnostic and procedure codes for injury ascertainment. *J Clin Epidemiol* 2000;Feb;53(2):183-94.

5. Johnell O, Gullberg B, Alander E et al. The apparent incidence of hip fracture in Europe – a study of national register sources. *Osteoporos Int* 1992;2:298-302.

6. Osteoporos – prevention, diagnostik och behandling. En systematisk litteraturoversikt. Göteborg: Elanders Graphic Systems; SBU-rapport 2003:165/1. <http://sbu.se/sv/Publicerat/Gul/Osteoporos---prevention-diagnostik-och-behandling/> (citerad 090313).

7. Ahlborg HG, Johnell O, Nilsson BE, Jeppsson S, Rannevik G, Karlsson MK. Bone loss in relation to menopause: a prospective study during 16 years. *Bone* 2001;Mar;28(3):327-31.

8. Ahlborg HG, Johnell O, Turner CH, Rannevik G, Karlsson MK. Bone loss and bone size after menopause. *N Engl J Med* 2003;Jul 24;349(4):327-34.

9. Zethraeus N, Gerdtham UG. Estimating the costs of hip fractures and potential savings. *Technol Assess Health Care* 1998;14(2):255-67.

10. Borgström F, Sobocki P, Ström O, Jönsson B. The societal burden of osteoporosis in Sweden. *Bone* 2007;Jun;40(6):1602-9. Epub 2007 Mar 7.

11. Valdimarsson O, Linden C, Johnell O, Gardsell P, Karlsson MK. Daily physical education in the school curriculum in prepubertal girls during 1 year is followed by an increase in bone mineral accrual and bone width--data from the prospective controlled Malmö pediatric osteoporosis prevention study. *Calcif Tissue Int* 2006;Feb;78(2):65-71. Epub 2006 Feb 6.

12. Trudeau F, Laurencelle L, Tremblay J, Rajic M, Shephard RJ. Daily primary school physical education: effects on physical activity during adult life. *Med Sci Sports Exerc* 1999;Jan;31(1):111-7.

13. Krall EA, Dawson-Hughes B. Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res*. 1993 Jan;8(1):1-9.

14. American College of Sports Medicine. Position

- stand. Physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(11):1985-96.
15. Mundy GR. Bone remodelling and mechanisms of bone loss in osteoporosis. In: Meunier P (ed). *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz 1998; p. 17-35.
  16. Heaney RP. Non-pharmacologic prevention of osteoporosis: nutrition and exercise. In: Meunier P (ed.). *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz 1998; p.161-74.
  17. Lu PW, Briody JN, Ogle GD, Morley K, Humphries IR, Allen J, Howman-Giles R, Sillence D, Cowell C. Bone mineral density of total body, spine and femoral neck in children and young adults: a cross-sectional and longitudinal study. *J Bone Miner Res* 1994;9:1451-8.
  18. Taylor AF, Saunders MM, Shingle L, Climbala JM, Zhou Z, Donahue HJ. Mechanically stimulated osteocytes regulate osteoblastic activity via gap junctions. *Am J Physiol Cell Physiol* 2007;292:545-52.
  19. Turner CH. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. *Bone* 1998;23(5):399-407.
  20. Bassey EJ, Ramsdale SJ. Increase in femoral bone density in young women following high-impact exercise. *Osteoporos Int* 1994;2:72-5.
  21. Bassey EJ, Rothwell MC, Littlewood JJ, Pye DW. Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *J Bone Miner Res* 1998;12(Vol 13):1805-13.
  22. Heinonen A, Kannus P, Sievänen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M et al. Randomised controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *Lancet* 1996;348:1343-7.
  23. Bloomfield SA. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:197-206.
  24. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am* 2001;27(1):131-41.
  25. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. *JAGS* 2000;48:883-93.
  26. Joakimsen RM, Magnus JH, Fonnebo V. Physical activity and predisposition for hip fractures: a review. *Osteoporosis Int* 1997;7:503-13.
  27. Høidrup S, Sørensen T, Strøger U, Lauritzen J, Schroll M, Grønbaek M. Leisure-time physical activity levels and changes in relation to risk of hip fracture in men and women. *Am J Epidemiol* 2001;54:60-8.
  28. Pfeifer M, Sinaki M et al. for the ASBMR working group on musculoskeletal rehabilitation. Musculoskeletal rehabilitation in osteoporosis: A review. *J Bone Miner Res* 2004;19:1208-14.
  29. Jessup JV, Horne C, Vishen RK, Wheeler D. Effects of exercise on bone density, balance, and self-efficacy in older women. *Biol Res Nurs* 2003;4:171-80.
  30. Englund U, Littbrand H, Sondell A, Pettersson U, Bucht G. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int* 2005;16:1117-23.
  31. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: A population-based randomised controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int* 2006;17(1):109-18.
  32. Järvinen T, Sievänen H, Khan K, Heinonen A, Kannus P. Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls. *BMJ* 2008;336:124-6.
  33. Englund U, Littbrand H, Sondell A, Bucht G, Pettersson U. The beneficial effects of exercise on BMD are lost after cessation: a 5-year follow-up in older post-menopausal women. *Scand J Med Sci Sports* 2008;May 22.
  34. Report of a WHO Study Group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva: WHO Technical Report Series 1994, No 843, p.2-25.
  35. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, McCloskey E. FRAX and the assessment of fracture probability in men and women from the UK. *Osteoporos Int* 2008;19(4):385-97.
  36. Eastell R. Practical management of the patient with osteoporotic vertebral fracture. In: Meunier P (ed.). *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz 1998; p.175-90.
  37. Moayyeri A, Luben R, Bingham S, Welch A, Wareham N, Khaw KT. Measured height loss predicts fractures in middle-aged and older men and women: The EPIC-Norfolk prospective population study. *J Bone Miner Res* 2008;23(3):425-32.
  38. Black DM, Delmas PD, Eastell R, Reid IR, Boonen S, Cauley JA et al. Once-yearly zoledronic acid for treatment of postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med* 2007; May 3;356(18):1809-22.
  39. Gustafson Y, Jarnlo G-B, Nordell E. Fall och höftfraktur hos äldre går att förebygga. *Läkartidningen* 2006;40:2997-9. Ingår i Tema Osteoporos,

- Läkartidningen 2006;40:2955-3003. www.lakartidningen.se (citerad 090313).
40. Osteoporos 2008 – kunskapsunderlag och rekommendationer för Sverige. Svenska Osteoporos-sällskapet, 2008. [http://www.svenskaosteoporos-sallskapet.se/osteoporos\\_2008.php?m=](http://www.svenskaosteoporos-sallskapet.se/osteoporos_2008.php?m=) (citerad 090313).
41. Information från Läkemedelsverket. Behandling av osteoporos – Behandlingsrekommendationer. Läkemedelsverket 2007;4. [http://www.lakemedelsverket.se/Tpl/SearchPage\\_\\_\\_\\_391.aspx?searchstring=osteoporos](http://www.lakemedelsverket.se/Tpl/SearchPage____391.aspx?searchstring=osteoporos) (citerad 090313).
42. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC, Staehelin HB, Bazemore MG, Zee RY, Wong JB. Effect of Vitamin D on falls: a meta-analysis. *JAMA* 2004;Apr28;291(16):1999-2006.
43. Karlsson M, Bass S, Seeman E. The evidence that exercise during growth or adulthood reduces the risk of fragility fractures is weak. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2001;jul;15(3):429-50.
44. Seeman E, Karlsson MK, Duan Y. On exposure to anorexia nervosa, the temporal variation in axial and appendicular skeletal development predisposes to site-specific deficits in bone size and density: a cross-sectional study. *J Bone Miner Res* 2000;Nov;15(11):2259-65.
45. Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Med* 2005;35(9):779-830.
46. Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Pasanen M, Ojala K, Fogelholm M, Kannus P. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trial. *Osteoporos Int* 2007;18:453-62.
47. Khan K, McKay H, Kannus P, Bailey D, Wark J, Bennell K. Exercise prescription for people with osteoporosis. In: Khan K, McKay H, Kannus P, Bailey D, Wark J, Bennell K (eds.). *Physical activity and bone health*. Leeds: Human Kinetics 2001: p.181-98.
48. Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P. Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporos Int* 1998;8:215-21.
49. Grahn Kronhed AC, Möller M. Effects of physical exercise on bone mass, balance skill and aerobic capacity in women and men with low bone mineral density, after one year of training - a prospective study. *Scand J Med Sci Sports* 1998;8:290-8.
50. Hourigan SR, Nitz JCD, Brauer SG, O'Neill SO, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporos Int* 2008;19:1077-86.
51. Bergström I, Brinck J, Säaf M. Effects of physical training on bone mineral density in fertile women with idiopathic osteoporosis. *Clin Rheumatol* 2008;27:1035-38.
52. Martyn-St James M, Carroll S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2006;17:1225-40.
53. Asikainen T-M, Kukkonen-Harjula K, Miilunpalo S. Exercise for health for early postmenopausal women: A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Med* 2004;34(11):753-78.
54. Lips P. Quality of life in osteoporosis. In: Meunier P (ed). *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Martin Dunitz 1998; p.251-56.
55. Francis RM, Aspray TJ, Hide G, Sutcliffe AM, Wilkinson P. Back pain in osteoporotic vertebral fractures. *Osteoporos Int* 2008;19:895-903.
56. Hongo M, Itoi E, Sinaki M, Miyakoshi N, Shimada Y, Maekawa S, Okada K, Mizutani Y. Effect of low-intensity back exercise on quality of life and back extensor strength in patients with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* 2007;18:1389-95.
57. Sinaki M, Mikkelsen BA. Postmenopausal spinal osteoporosis: Flexion versus extension exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65(Oct):593-6.
58. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: A prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002;30:836-41.
59. Ball JM, Cagle P, Johnson BE, Lucasey C, Lukert BP. Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporos Int* 2009;20:481-9.
60. Kalapotharakos VI, Tokmakidis SP, Smilios I, Michalopoulos M, Gliatis J, Godolias G. Resistance training in older women: effect on vertical jump and functional performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2005;45(4):570-5.
61. Albertsson D, Petersson C, Mellström D, Grahn B, Eggertsen R. Improved ability to rise and less falls among women aged over 70 at high hip fracture risk – results from an intervention study (Paper III). In: Albertsson D. *Hip fracture prevention by screening and intervention of elderly women in Primary Health Care*. Göteborg: Sahlgrenska Academy at Göteborg University, Medical Dissertation 2007.
62. Chien MY, Yang RS, Tsau JY. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture



- a pilot study. *Clin Rehabil* 2005;19:28-36.
63. Devereux K, Robertsson D, Briffa NK. Effects of a water-based program on women 65 years and over: A randomized controlled trial. *Austr J Physiother* 2005; 51: 102-8.
64. Hodgson S. Proximal humerus fracture rehabilitation. *Clin Orthop Relat Res* 2006;Jan:442:131-8.
65. Palombaro KM. Effects of walking-only interventions on bone mineral density at various skeletal sites: a meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther* 2005;28(3):102-7.
66. Martyn-St James M, Carroll S. Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone* 2008;43:521-31.
67. Boniauti D, Shea B, Iovine R, Negrini S, Robinson V, Kemper HC, Wells G, Tugwell P, Cranney A. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2002, Issue 2, Art No: CD000333. Reprint in *The Cochrane Library* 2008, Issue 1.
68. Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age and Ageing* 1997;26(4):253-60.
69. Bonner Jr F, Sinaki M, Grabois M, Shipp K, Lane J, Lindsay R, Gold D, Cosman F, Bouxsein M, Weinstein J, Gallagher R, Melton III J, Salcido R, Gordon S. Health professional's guide to rehabilitation of the patient with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2003;14(Suppl 2):S1-S22.
70. McClure R, Turner C, Peel N, Spinks A, Eakin E, Hughes K. Population based interventions for the prevention of fall-related injuries in older people. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2005;1:CD004441.
71. Kristinsdottir EK, Jarnlo G-B, Magnusson M. Asymmetric vestibular function in the elderly might be a significant contributor to hip fractures. *Scand J Rehab Med* 2000;32(2):56-60.
72. Ödkvist LM, Malmberg L, Möller C. Age-related vertigo and balance disorders according to a multiquestionnaire. In: Claussen CF, Kirtane MV, Schlitter K. *Vertigo, nausea, tinnitus and hypoacusia in metabolic disorders*. Amsterdam: Elsevier Science 1988;423-7.
73. Rosenhall U, Rubin W. Degenerative changes in the human vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryngologica* 1975;79:67-81.
74. Frischknecht R. Effect of training on muscle strength and motor function in the elderly. *Reprod Nutr Dev* 1998;38:167-74.
75. Low Choy N, Brauer S, Nitz J. Age-related changes in strength and somatosensation during midlife. Rationale for targeted preventive intervention programs. *Ann NY Acad Sci* 2007;114:180-93.
76. Kammerlind AS, Håkansson J, Skogsberg M. Effects of balance training in elderly people with non-peripheral vertigo and unsteadiness. *Clin Rehabil* 2001;15:463-70.
77. Grahn Kronhed AC, Möller C, Olsson B, Möller M. The effect of short-term balance training on community-dwelling older adults. *JAPA* 2001;9:19-31.
78. Sherrington C, Whitney J, Lord S, Herbert R, Cumming R, Close J. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *JAGS* 2008;56:2234-43.
79. Ekvall Hansson E. Vestibular rehabilitation – For whom and how? A systematic review. *Adv Physiother* 2007;9:106-16.
80. Madureira MM, Takayama L, Gallinaro AL, Caparbo VF, Costa RA, Pereira RMR. Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int* 2007;18:419-25.
81. Howe TE, Rochester L, Jackson A, Banks PMH, Blair VA. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007, Issue 4, Art no: CD004963.
82. Bean JF, Vora A, Frontera WR. Benefits of exercise for community-dwelling older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(Suppl 3):S31-42.
83. Kannus P, Sievänen H, Palvanen M, Järvinen T, Parkkari J. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet* 2005;366(26):1885-93.
84. Shigematsu R, Okura Y. A novel exercise for improving lower-extremity functional fitness in the elderly. *Aging Clin Exp Res* 2006;18(3):242-8.
85. Young CM, Weeks BK, Meck BR. Simple novel physical activity maintains proximal femur bone mineral density, and improves muscle strength and balance in sedentary postmenopausal Caucasian women. *Osteoporos Int* 2007;18:1379-87.
86. Nordell E, Kristinsdottir EK, Jarnlo GB, Magnusson M, Thorngren KG. Older patients with distal forearm fracture. A challenge to future fall and fracture prevention. *Aging Clin Exp Res* 2005;17(2):90-5.
87. Jensen J, Nyberg L, Rosendahl E, Gustafson Y, Lundin-Olsson L. Effects of a fall prevention program including exercise on mobility and falls in frail older people living in residential care facilities. *Aging Clin Exp Res* 2004;16(4):283-92.

88. Jensen J, Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. Fall and injury prevention among older people in residential care – a randomised study. *Ann Int Med* 2002;136:733-41.
89. Jensen J, Nyberg L, Gustafson Y, Lundin-Olsson L. Fall and injury prevention in residential care--effects in residents with higher and lower levels of cognition. *J Am Geriatr Soc* 2003;May;51(5):627-35.
90. Rosendahl E, Gustafson Y, Nordin E, Lundin-Olsson L, Nyberg L. A randomized controlled trial of fall prevention by a high-intensity functional exercise program for older people living in residential care facilities. *Aging Clin Exp Res* 2008;Feb;20(1):67-75.
91. Rosendahl E, Lindelöf N, Littbrand H, Yifter-Lindgren E, Lundin-Olsson L, Håglin L, Gustafson Y, Nyberg L. High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother* 2006;52(2):105-13.
92. Hallberg I, Rosenqvist AM, Kartous L, Löfman O, Wahlström O, Toss G. Health-related quality of life after osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2004;15:834-41.
93. Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. Pain and disability associated with new vertebral fractures and other spinal conditions. *J Clin Epidemiol* 1994;47(3):231-39.
94. Lips P, Cooper C, Agnusdei D, Caulin F, Egger P, Johnell O, et al. Quality of life in patients with vertebral fractures: validation of the Quality of Life Questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO). Working party for quality of life of the European Foundation for osteoporosis. *Osteoporos Int* 1999;10(2):150-60.
95. Lips P, van Schoor N. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporos Int* 2005;16:447-55.
96. Oleksik AM, Ewing S, Shen W, van Schoor NM, Lips P, et al. Impact of incident vertebral fractures on health-related quality of life (HRQL) in postmenopausal women with prevalent vertebral fractures. *Osteoporos Int* 2005;16:861-70.